

Guía de WaterAid sobre el manejo de lodo fecal

Mayo de 2022



WaterAid/Sam Vox



WaterAid

Índice

▲ Imagen de la portada:
Operador de bomba Gulper
para el Nuwenga Usafishaji
Mazingira Group (NUMAGRO).
Temeke, Dar es Salaam (Tanzanía),
marzo de 2021.

Acerca de esta guía	4
¿Cuál es el propósito de este documento y a quién va dirigido?	4
¿Cómo se utiliza esta guía?	4
¿Quién la ha escrito?	4
1. ¿Por qué el MLF?	5
1.1. El reto del saneamiento	5
1.2. Cadenas de saneamiento	6
1.3. ¿Qué es el MLF?	7
1.4. ¿Cuándo es necesario el MLF?	8
2. Principios, enfoques e instrumentos	9
2.1. Posición y enfoque de WaterAid	9
2.2. Estándares de calidad del programa	9
2.3. Enfoques e instrumentos urbanos	10
2.3.1. Enfoque sectorial: Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad (CWIS)	10
2.3.2. Herramienta de análisis: diagramas de flujo de excretas (SFD)	11
2.3.3. Enfoques de planificación	13
2.3.4. Otras herramientas destacables	14
2.4. El MLF en zonas rurales	15
3. Aspectos técnicos: elección de las tecnologías de saneamiento	16
3.1. Descripción general y criterios de decisión	16
3.2. Retrete y contención	18
3.2.1. Retretes y MLF	18
3.2.2. Pozos	19
3.2.3. Tratamiento sobre el terreno: doble pozo y EcoSan	20
3.2.4. Tanques sépticos	23
3.2.5. Saneamiento basado en contenedores (CBS)	24



3.3. Recolección y transporte	24
3.3.1. Camiones cisterna de lodos	26
3.3.2. Bombas más pequeñas	26
3.3.3. Estaciones de transferencia	28
3.4. Tratamiento, eliminación y reutilización	28
3.4.1. Enterramiento en zanjas o descarga en alcantarillas	28
3.4.2. Descripción general del proceso de tratamiento	29
3.4.3. Criterios de decisión para las opciones de tratamiento	31
3.4.4. Separación de sólidos y líquidos	32
3.4.5. Deshidratación de sólidos: lechos de secado	32
3.4.6. Digestión anaerobia: reactor de biogás	34
3.4.7. Digestión anaerobia: compostaje	35
3.4.8. Tratamiento de líquidos	35
3.4.9. Tecnologías emergentes: larvas de mosca soldado negra, pirólisis	37
4. Aspectos institucionales, de gestión y financieros	38
4.1. Financiamiento	39
4.1.1. Gastos	39
4.1.2. Ingresos	41
4.2. Modelos de negocio	41
4.3. Modelos de gestión	44
4.3.1. Modelos de gestión habituales	44
4.3.2. Marco regulador	46
4.4. Priorización política	48
5. Recursos útiles	50
5.1. Recursos clave	50
5.2. Recursos técnicos	50
5.3. Recursos de WaterAid	50
5.4. Cursos de capacitación	50
Acrónimos	51
Índice de gráficos, tablas y estudios de casos	52



Acercas de esta guía



¿Cuál es el propósito de este documento y a quién va dirigido?

Esta guía es un documento de referencia destinado al personal de WaterAid para ayudar a crear mejores programas de saneamiento. Proporciona la base para llevar a cabo una serie de sesiones de capacitación internas sobre el manejo de lodo fecal (MLF), un modo fundamental de lograr un saneamiento gestionado de forma segura para todos, en todas partes.

No se trata de un manual ni tampoco ofrece una única forma de abordar el MLF en las diferentes situaciones. Ya existen abundantes recursos que tratan el tema del MLF, de los que se pueden encontrar ejemplos al final de esta guía. Esta guía no los sustituye, sino que, más bien, ofrece una selección subjetiva de enfoques, principios, herramientas, tecnologías y proyectos que consideramos importantes para WaterAid.

Esperamos que también resulte útil fuera del ámbito de WaterAid, especialmente para nuestros socios, así como otros profesionales del saneamiento.

¿Cómo se utiliza esta guía?

Esta guía es un documento de referencia. Mediante el índice, el personal de WaterAid puede acceder a una sección específica del documento para encontrar la información que precise. Por ejemplo, se incluye una sección sobre enfoques y herramientas útiles para planificar un programa de saneamiento, una sección sobre las ventajas y limitaciones de varias tecnologías de tratamiento y una sección sobre opciones de financiamiento. A lo largo del documento, hay ejemplos de proyectos de WaterAid, entre otros, que pueden servir de inspiración.

¿Quién la ha escrito?

Rémi Kaupp, Asesor sobre Saneamiento Urbano, y el Dr. Mbaye Mbéguéré, Director Sénior de Urban WASH, ambos del Departamento de Programas Internacionales de WaterAid Reino Unido.

El informe parte de las contribuciones, los comentarios y la experiencia del personal actual y anterior de WaterAid, entre ellos el Dr. Abdullah Al-Muyeed, Aditi Chandak, el Dr. Andrés Hueso, Anurag Gupta, Ellen Greggio, Farzana Ahmed, Hannah Crichton-Smith, la Dra. Joana da Cunha Forte, John Knight, Maya Igarashi Wood, Priya Nath, Puneet Kumar Srivastava, el Dr. Tommy Ka Kit Ngai y la consultora Sterenn Philippe.

Traducción: Strategic Agenda



1. ¿Por qué el MLF?

1.1. El reto del saneamiento

En 2021, **3.600 millones de personas** (o el 46% de la población mundial) todavía carecían de acceso a servicios de saneamiento gestionados de forma segura, como se estipula en la meta 6.2 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De estas, 1.700 millones padecen la indignidad y los riesgos que suponen los retretes inseguros e inadecuados, o no tienen acceso a un retrete. Las 1.900 millones restantes utilizan retretes que dejan excretas humanas sin contener o sin tratar, lo cual contamina a las personas y al medio ambiente y genera graves consecuencias sanitarias y económicas.

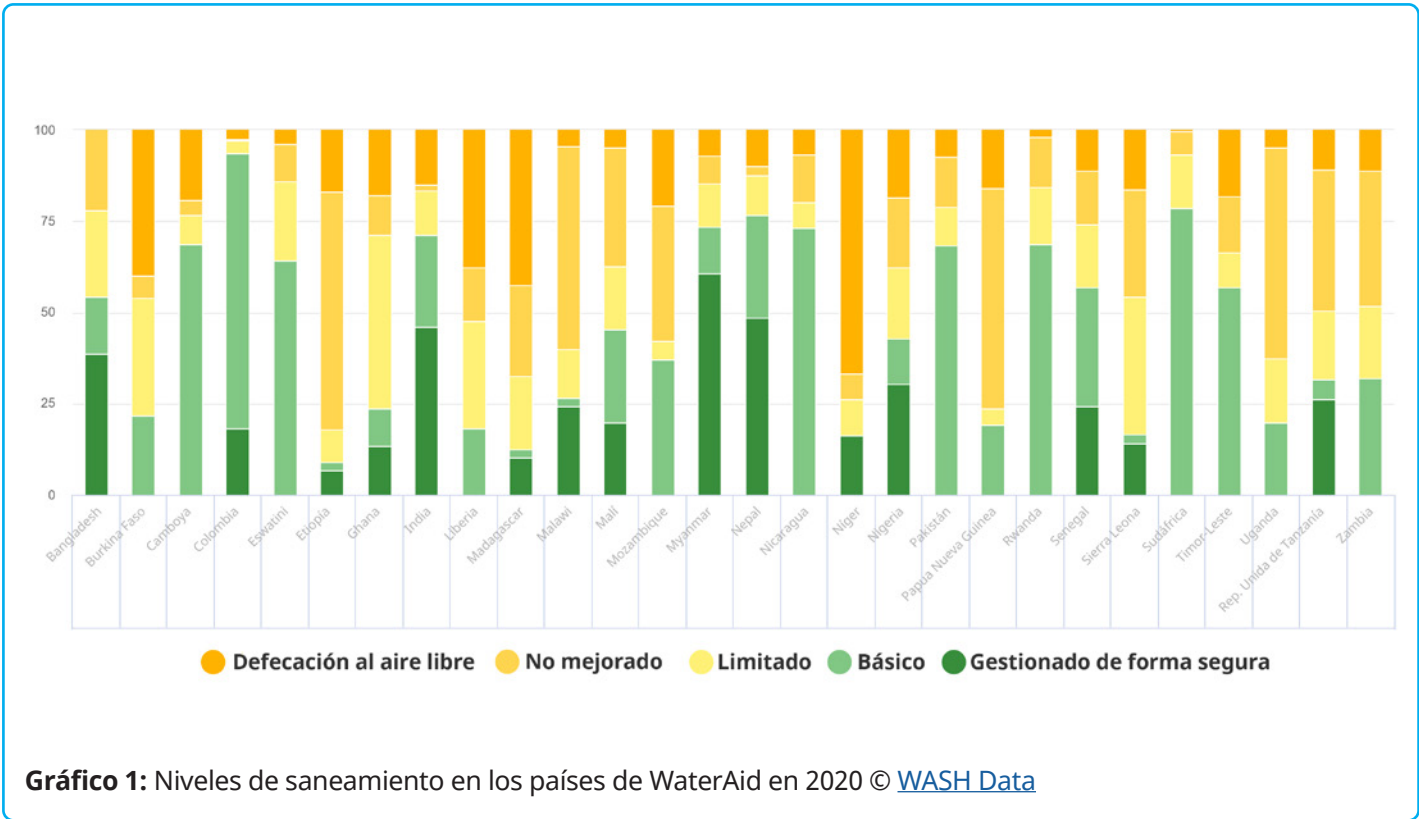


Gráfico 1: Niveles de saneamiento en los países de WaterAid en 2020 © [WASH Data](https://washdata.org/)

Esta situación es especialmente acusada en los asentamientos con mayor densidad de población: grandes ciudades, asentamientos informales, zonas periurbanas, así como en ciudades secundarias —donde el crecimiento urbano es a menudo más rápido— y en zonas rurales que se están densificando gradualmente.

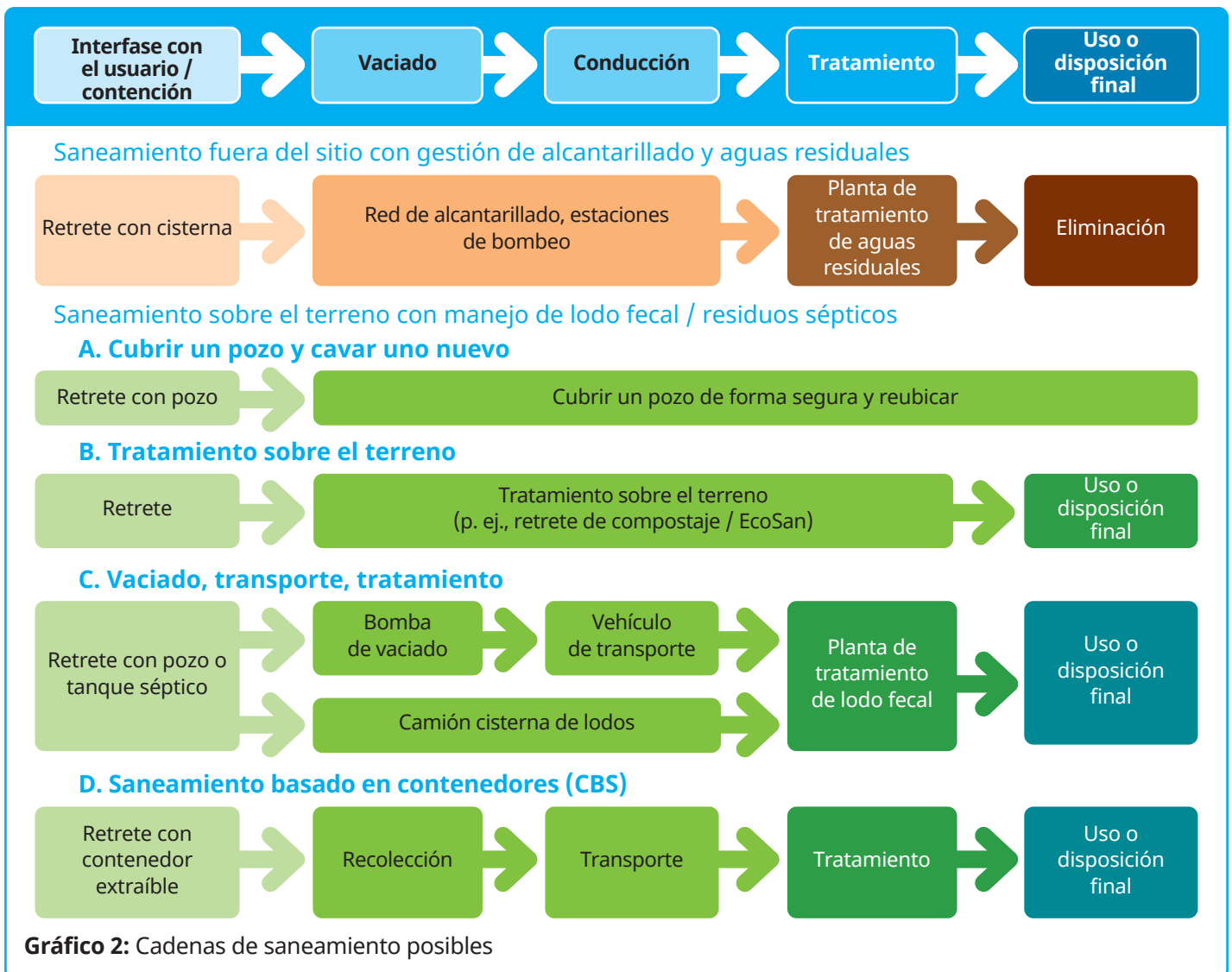
Existen numerosas razones políticas, económicas y sociales que subyacen a la falta de progreso en materia de saneamiento; cuando se trata de gestionar con seguridad las excretas, la opción predeterminada han sido a menudo las alcantarillas, que exigen grandes inversiones de capital y conllevan costos recurrentes. El saneamiento sobre el terreno, que en su día se consideraba principalmente rural, actualmente [se reconoce cada vez más](#) como una solución de saneamiento viable e incluso crucial. Sin embargo, todavía no se contempla en muchas políticas nacionales, planes de estudios de ingeniería y grandes flujos de financiamiento.

1.2. Cadenas de saneamiento

Una *cadena de saneamiento* se refiere a la posible serie de tecnologías y servicios para gestionar las excretas humanas de forma segura a lo largo de las siguientes etapas:

1. el **retrete** y, a menudo, la **contención** asociada al mismo (pozo, tanque séptico, contenedor);
2. el **vaciado** de esa contención;
3. el **transporte** de las excretas;
4. el **tratamiento** de las excretas, y
5. la **eliminación** de excretas tratadas o el **uso** de productos derivados.

Si bien existen numerosas cadenas (tal como se describe en el [Compendio](#)), las más habituales son:



Este documento proporciona orientación acerca de las cadenas de saneamiento sobre el terreno y no aborda la gestión de aguas residuales, ya que estos grandes sistemas suelen estar fuera del ámbito de competencia de WaterAid y se abordan en la formación clásica de ingeniería del saneamiento. El alcantarillado implica unos costos de capital, funcionamiento y mantenimiento muy elevados, además de un alto consumo de agua. Las soluciones descentralizadas de menor tamaño, a menudo conocidas como DWTS, por sus siglas en inglés, pueden ser apropiadas si el agua, la demanda y la experiencia disponibles son suficientes; véanse a este respecto las directrices técnicas para el diseño de un sistema descentralizado de tratamiento de aguas residuales ([Technical guidelines for designing decentralised wastewater treatment](#)) de WaterAid. El saneamiento basado en contenedores (CBS, por sus siglas en inglés) es más reciente y se describe en la sección 3.2.5.

1.3. ¿Qué es el MLF?

El **manejo de lodo fecal (MLF)** es la recolección, el transporte, el tratamiento y la reutilización o eliminación de lodos fecales de letrinas de pozo, tanques sépticos u otras tecnologías de saneamiento sobre el terreno.

El **lodo fecal (LF)** es la mezcla de excretas, agua de descarga y materiales de limpieza anal que se acumula en la contención; también suele contener residuos que se tiran al retrete, incluidos artículos de higiene menstrual. El lodo fecal puede ser sólido (en retretes sin agua) o más fluido (en tanques sépticos), en cuyo caso también recibe el nombre de **residuos sépticos**. El LF es muy peligroso para la salud humana y el medio ambiente.

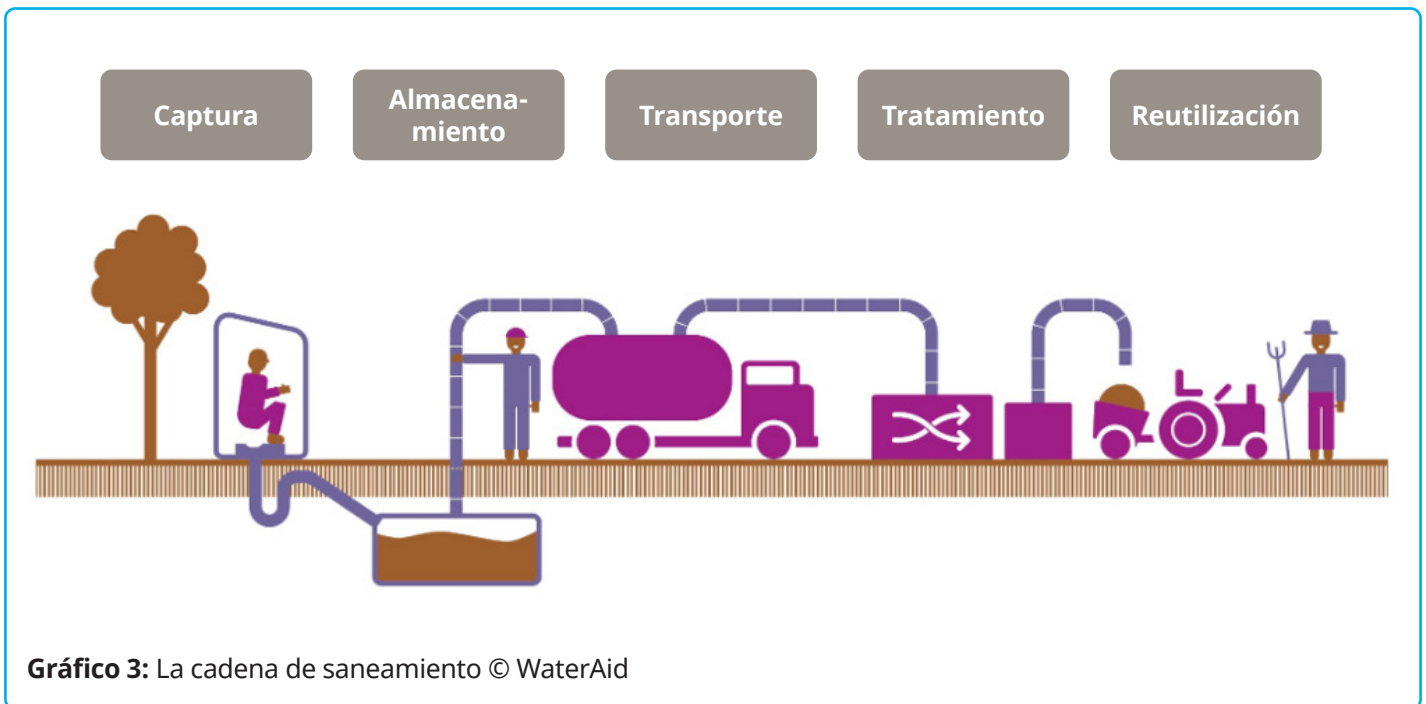


Gráfico 3: La cadena de saneamiento © WaterAid

Existen cuatro opciones generales para el MLF, que se estudian en la sección 3, relativa a las tecnologías:

A. Cubrir un pozo y cavar uno nuevo: en el caso de los retretes de pozo, se cubre el pozo y se excava un pozo nuevo. Esto puede ser apropiado en áreas de baja densidad de población y cuando el riesgo de contaminación de las aguas subterráneas es bajo.



B. Tratamiento sobre el terreno: un retrete con tratamiento integrado, como los retretes de compostaje o pequeños reactores de biogás, donde el tratamiento se realiza *in situ*; todavía sigue siendo necesario utilizar o desechar los productos de forma segura.



C. Vaciado, transporte, tratamiento: un retrete con pozo o tanque séptico, que requiere servicios de vaciado cuando está lleno para transportar el contenido a una planta de tratamiento de lodo fecal, con la posibilidad de convertirlo en productos útiles. El vaciado y el transporte se pueden realizar con un camión cisterna de lodos, o una bomba especial y un vehículo de transporte.



D. Saneamiento basado en contenedores (CBS, por sus siglas en inglés), en el que un contenedor extraíble recibe las excretas para ser, posteriormente, recolectado y transportado con regularidad a una planta de tratamiento y sustituido por un contenedor vacío. A diferencia de los pozos, estos contenedores están diseñados para ser extraídos periódicamente.



Téngase en cuenta que el MLF y la gestión de residuos sólidos domésticos son componentes relacionados pero independientes del saneamiento ambiental. Si bien pueden estar bajo la responsabilidad de una misma autoridad, dependen de diferentes tecnologías, cadenas, agentes y sistemas económicos. Sin embargo, desde el punto de vista de la reutilización, es posible prever una gestión integrada de estos dos tipos de residuos con el fin de coprocesarlos y producir energía, por ejemplo.

1.4. ¿Cuándo es necesario el MLF?

El MLF es necesario siempre que la principal alternativa —a saber, el alcantarillado— no esté disponible. La cadena real depende del contexto: en zonas urbanas, los principios del Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad (CWIS, por sus siglas en inglés) recomiendan considerar una combinación de soluciones técnicas y no prescribir una sola; ambos sistemas a menudo coexisten en la misma ciudad, pero son apropiados para diferentes zonas. En las zonas rurales, la densidad de población y otras características geográficas suelen determinar lo que es posible. Esto se detalla en la siguiente sección.

2. Principios, enfoques e instrumentos



2.1. Posición y enfoque de WaterAid

El “[Marco del Saneamiento](#)” de WaterAid requiere “gestionar los servicios de manera segura a lo largo de la toda la cadena de saneamiento desde la captura, la contención, el tratamiento en la instalación o el transporte y el tratamiento fuera de la instalación —a fin de eliminar de forma eficaz y segura o reutilizar los residuos fecales—”. El “[Marco urbano](#)” de WaterAid también destaca la higiene y el saneamiento como prioridades, debido a lo que se han descuidado en las zonas urbanas.

Aplicamos un [enfoque de fortalecimiento del sistema](#) respecto al saneamiento. Esto significa identificar a los agentes (personas e instituciones), los factores (sociales, económicos, políticos, ambientales, tecnológicos) y las interacciones entre ellos que influyen en la gestión segura de excretas. Para ello, es indispensable identificar dónde existen puntos débiles y, a fin de subsanarlos, colaborar con una serie de agentes a lo largo de la cadena de saneamiento, y a múltiples niveles. Esto puede incluir trabajar con proveedores de servicios públicos y privados, organismos reguladores, miembros de la comunidad o encargados de formular políticas y leyes.

2.2. Estándares de calidad del programa

Los “[Estándares de calidad del programa](#)” (2018) de WaterAid guardan una relación directa con la preparación de estrategias, programas y proyectos de MLF.

Ejemplos de [estándares de WaterAid](#) estrechamente relacionados con el MLF

Estándares mínimos

M4.1 Tendremos en cuenta el **saneamiento como servicio a lo largo de toda la cadena**, desde los retretes hasta la eliminación segura y, donde resulte adecuado, la reutilización de los residuos.

Estándares completos: a nivel de estrategia, de programa y de proyecto

S4.5 Apoyaremos a gobiernos locales y partes interesadas del sector privado con el fin de desarrollar **modelos de negocio viables** para los servicios de saneamiento, cuando proceda (por ejemplo, en entornos urbanos).

S4.6 Apoyaremos a los gobiernos nacionales y locales, donde sean la opción más viable, para la prestación de servicios de **gestión del saneamiento público eficientes**.

PG4.7 Apoyaremos la **participación del sector privado local** en la prestación de servicios y productos de saneamiento, incluyendo la gestión de lodos fecales.

PG6.2 Nuestros principios rectores para los programas urbanos [incluyen la] **priorización del saneamiento y la higiene** en planes y presupuestos urbanos.

PJ5.4 No apoyaremos la construcción de letrinas o proyectos de saneamiento en zonas donde hacerlo pudiera producir contaminación de las fuentes de agua.

2.3. Enfoques e instrumentos urbanos

Hay muchos enfoques e instrumentos que se utilizan en el sector del saneamiento urbano, que [ya comparamos en 2016 \(inglés y francés\)](#); también analizamos cuándo son más pertinentes, en función de la [etapa en la que se encuentra una ciudad determinada en su trayectoria de saneamiento](#). La publicación más reciente *A sanitation journey* profundiza en la historia de los enfoques del saneamiento urbano. A continuación se describen algunos de los enfoques habituales utilizados por WaterAid.



2.3.1. Enfoque sectorial: Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad (CWIS)

El Saneamiento Inclusivo para toda la Ciudad (CWIS, por sus siglas en inglés) es un marco desarrollado conjuntamente por varias organizaciones en 2016, entre ellas, WaterAid, el Banco Mundial y la Fundación Bill y Melinda Gates. Su objetivo es prestar apoyo a las autoridades municipales en la planificación de los servicios de saneamiento. Coincide en gran medida con el método de trabajo de fortalecimiento del sistema de WaterAid y con nuestros principios urbanos.

Inicialmente, en 2016, CWIS comprendía [4 principios](#) y, posteriormente, en 2018, los 6 “[principios de Manila](#)”. El marco CWIS más reciente y más utilizado incluye tres resultados en materia de servicios y tres funciones sistémicas, con sus [indicadores y sistema de monitoreo](#) correspondientes:

Resultados en materia de servicios	Equidad Los servicios reflejan la equidad en la distribución y priorización de la calidad del servicio, los precios y el uso de fondos públicos o subsidios.	Seguridad Los servicios protegen a los clientes, los trabajadores y las comunidades ante riesgos para la seguridad y la salud, y el saneamiento seguro llega a todos los usuarios.	Sostenibilidad Los servicios se prestan de forma fiable y continuada. Para ello se basan en una gestión eficaz de los recursos humanos, financieros y naturales.
Funciones sistémicas	Responsabilidad Las autoridades aplican un claro mandato público para asegurar un saneamiento seguro, equitativo y sostenible para todos.	Rendición de cuentas El desempeño de las autoridades respecto a su mandato se monitorea y gestiona con datos, transparencia e incentivos.	Planificación y gestión de recursos Los recursos —humanos, financieros, naturales, y los activos— se gestionan con eficacia para apoyar la aplicación del mandato a lo largo del tiempo y el espacio.

En la práctica, las organizaciones utilizan los principios de CWIS de varias maneras, y algunas grandes ciudades han comenzado a calificar su trabajo como “CWIS” cuando aplican soluciones innovadoras, implementan el MLF o llegan a los asentamientos informales. Este marco se puede utilizar en iniciativas de incidencia política, ya que está avalado por muchos socios y permite comprobar si nuestros planes de saneamiento urbano están en buenas condiciones o si se está pasando por alto algún aspecto clave.

CWIS no prescribe una forma específica de saneamiento, pero deja claro que, normalmente, es necesario contar con diversas cadenas para dar servicio a todos los residentes.

Recursos adicionales

- [Sitio web de la Fundación Bill y Melinda Gates sobre CWIS, panel de control sobre el monitoreo y artículo de acceso libre](#)
- [Sitio web del Banco Mundial sobre CWIS y artículo de acceso libre](#)
- [Sitio web oficial de CWIS](#), donde se pueden ver vídeos que desmontan creencias erróneas

2.3.2. Herramienta de análisis: diagramas de flujo de excretas (SFD)

Generalmente, el primer paso de un programa de saneamiento municipal es realizar un análisis de la situación. Pocas ciudades grandes conocen bien el nivel de rendimiento de sus servicios de saneamiento, o por lo general solo conocen el estado de las plantas de tratamiento y una estimación aproximada del número de retretes. Una herramienta popular es el [diagrama de flujo de excretas](#) (SFD, por sus siglas en inglés). WaterAid ha diseñado SFD en más de 25 ciudades grandes y de tamaño medio, muchos de ellos gracias a un [programa financiado por la Agencia Alemana de Cooperación Internacional \(GIZ\) entre 2018 y 2019](#).



Los SFD consisten en un breve informe acompañado de un diagrama que muestra la proporción de excretas que se manejan de forma segura (verde) o no (rojo) a lo largo de la cadena de saneamiento y para toda la ciudad, bien sea grande o de tamaño medio. Existen varios “niveles” de complejidad de los SFD, que van desde el simplificado (SFD Lite) hasta el integral, dependiendo de la cantidad de trabajo necesario y del acceso a datos precisos. La mayoría de los SFD, excepto los simplificados, incluyen también una evaluación de la prestación de servicios, en consonancia con el análisis del fortalecimiento del sistema de WaterAid.

Los resultados son a menudo sorprendentes: las autoridades suelen encontrar una discrepancia entre el número elevado de habitantes que cuentan con un retrete y la baja proporción de excretas que se gestionan de forma segura. Las proporciones no se miden científicamente, sino que se deducen a partir de datos publicados, entrevistas con las partes interesadas clave, debates de grupos de discusión y visitas.

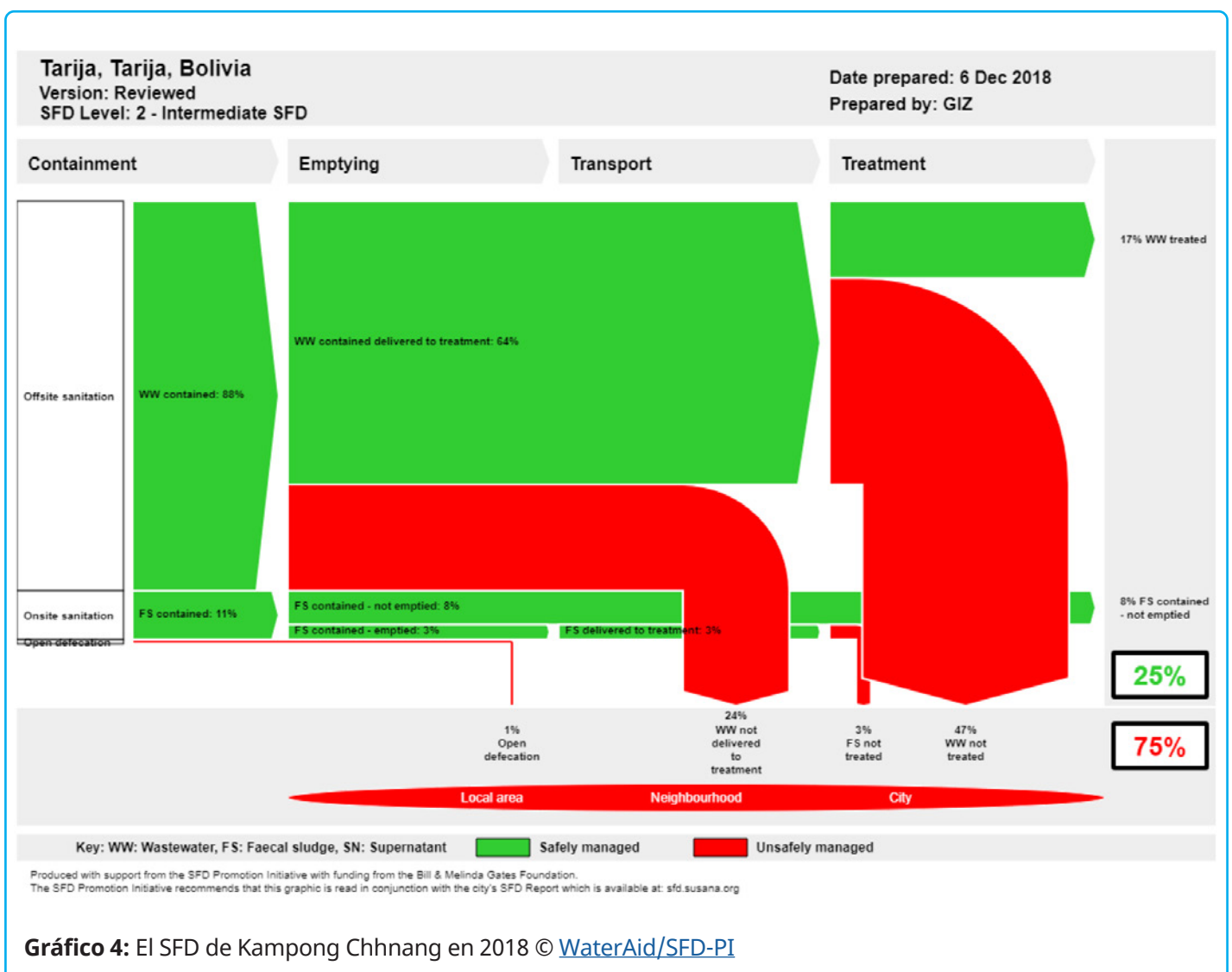


Gráfico 4: El SFD de Kampong Chhnang en 2018 © [WaterAid/SFD-PI](#)

Objetivos

- Concienciar acerca de los problemas de saneamiento de toda la ciudad, en lugar de sobre problemas localizados concretos.
- Comunicar de forma sencilla la situación del saneamiento de la ciudad, especialmente a los medios de comunicación locales y activistas de la comunidad.
- Involucrar a las partes interesadas de la ciudad en un diálogo coordinado sobre la gestión de excretas (los SFD han demostrado ser una herramienta política eficaz).
- Proporcionar una base de referencia a partir de la cual los ingenieros, planificadores y encargados de adoptar decisiones puedan iniciar la planificación y monitorear el progreso.
- Dar una idea del peligro que representan las excretas para la salud pública.

Ventajas

- Los SFD simplificados se pueden producir rápidamente (en solo unos días), e incluso los integrales pueden requerir solamente unas semanas para la realización de visitas y entrevistas y la redacción, lo que implica un financiamiento mínimo.
- Actualmente son una herramienta que cuenta con el reconocimiento del sector, y la mayoría de donantes y agentes la conocen. Asimismo, existen cursos de capacitación disponibles en WaterAid y en el portal oficial de los SFD. Algunos países están considerando utilizarlos para controlar hasta qué punto el saneamiento está “gestionado de forma segura”, como parte de la elaboración de informes en el marco del [Programa Conjunto de Monitoreo \(JMP\)](#).
- Por otra parte, permiten crear vínculos con las principales partes interesadas del saneamiento de una ciudad determinada y reunir las durante un taller en el que se intercambien impresiones.

Limitaciones

- Entre otras limitaciones, los SFD no establecen si los peligros identificados suponen en efecto riesgos significativos para la salud de los residentes (algo que [SaniPath](#) puede hacer a escala de un vecindario).
- Los SFD todavía no facilitan información sobre si los trabajadores sanitarios disfrutan de condiciones de vida decentes. Sin embargo, cabe destacar que WaterAid ha propuesto una [metodología asociada a los SFD](#).

Recursos adicionales

- [Página interna de WaterAid sobre los SFD](#), incluidos todos los SFD producidos por WaterAid y capacitación.
- [Blog](#) que destaca algunas lecciones aprendidas de nuestros programas.
- El [portal oficial de SFD](#), que incluye todos los SFD terminados, manuales y capacitación.

Estudio de caso 1:

Un análisis de toda la ciudad (Nigeria)

WaterAid Nigeria encargó un [análisis del contexto del saneamiento urbano en Enugu, Kano y Warri](#) en 2019. El estudio utilizó elementos de los SFD y otras herramientas, y formó parte de un compromiso para apoyar a los estados y grandes ciudades a utilizar el Plan de Acción Nacional. El estudio destacó la falta de gestión segura de las excretas y la falta de responsabilidad institucional con respecto al MLF.

2.3.3. Enfoques de planificación

Si bien un plan de saneamiento no es necesariamente la única manera de generar progreso, y si bien los planes rara vez se convierten en planes maestros que se sigan al detalle, el proceso de planificación es una excelente forma de movilizar a varias partes interesadas hacia un objetivo compartido y analizar vínculos con otros sectores. Lo ideal es que el proceso de planificación:



- **involucre a los residentes** de forma activa y garantice que todas las voces sean escuchadas, especialmente aquellas de las personas que sufren mayor exclusión;
- **haga un inventario de las soluciones existentes**, ya sean informales o ilegales, como el número de vaciadores de letrinas manuales o de retretes comunitarios;
- **establezca vínculos con otros sectores** para comprender mejor las dinámicas que afectan al MLF, como la planificación (a fin de comprender los problemas relativos a la tenencia de tierras), la vivienda y otros servicios de infraestructura, como la gestión de residuos sólidos.

Estudio de caso 2:

Creación conjunta de un plan de saneamiento e higiene en Babati (Tanzanía)

En un proyecto de investigación-acción llevado a cabo en la ciudad de Babati, en Tanzanía, se utilizó un enfoque participativo a fin de crear un plan de saneamiento e higiene para la ciudad mediante la participación activa de partes interesadas locales. Fue el resultado de una asociación con personalidades del mundo académico y autoridades locales. Se utilizaron varias herramientas, como diagramas de flujo de excretas, [análisis de economía política](#) y planificación de escenarios para valorar varias posibilidades. Esto permitió al municipio y a la empresa de servicios públicos asumir la responsabilidad del plan de acción y del plan de negocios resultante, y asegurarse de que los escenarios considerados eran apropiados para los residentes. Se puede obtener más información en las siguientes [notas de aprendizaje](#) y en la [página web sobre Babati](#).

El proceso de planificación puede producir, por ejemplo:

- un análisis de la situación actual, incluidas las causas fundamentales de los bajos niveles de servicio, teniendo especialmente en cuenta las desigualdades y la exclusión;
- soluciones propuestas, por ejemplo, para diferentes geografías de la zona considerada (asentamientos informales, distintas topografías...);
- acuerdos de gobernanza y gestión, incluidas las responsabilidades, y
- un plan de negocios y de inversión que defina claramente los costos del plan de acción, las necesidades de recursos humanos y de desarrollo de capacidades, las vías de financiamiento y un plan gradual para la ejecución de las actividades.

Recursos clave de planificación

- [Hoja de ruta a nivel de distrito para el saneamiento sostenible](#), de Agenda for Change.
- Ejemplo de [plan inclusivo para toda la ciudad](#) en Malindi, proporcionado por Water & Sanitation for the Urban Poor (WSUP).
- [Conjunto de herramientas de la India sobre el MLF para funcionarios a nivel de distrito](#), 2021 ([versión archivada](#))
- **CLUES**: Un enfoque bien estructurado de la planificación del saneamiento, utilizado en [Nepal](#) y la [India](#).

Estudio de caso 3:

Lecciones aprendidas de la construcción de plantas de tratamiento de lodo fecal en Bangladesh

En Bangladesh hay planes para construir 100 plantas de tratamiento de lodo fecal en municipios de tamaño medio. La [investigación realizada en 2019](#) tuvo en cuenta las lecciones aprendidas del desarrollo previo de este tipo de plantas mediante el análisis de cuatro plantas de tratamiento de lodo fecal más antiguas en ciudades de tamaño medio. En el momento de la investigación, solo una planta estaba todavía plenamente operativa, una no estaba en funcionamiento y solo dos lo estaban parcialmente.

Una de las dificultades identificadas fue que las plantas de tratamiento de lodo fecal no formaban parte de un plan integral y bien pensado que tuviera en cuenta toda la cadena de servicios del saneamiento. El desequilibrio de las asociaciones establecidas entre las partes interesadas suponía un obstáculo crucial, ya que impedía el empoderamiento de los gobiernos municipales para asumir la responsabilidad de la prestación de servicios de MLF. El financiamiento municipal y las capacidades técnicas fueron otro obstáculo, que solucionaron diversas organizaciones no gubernamentales (ONG) en la planta de más éxito.

El estudio sugiere que la futura inversión en el MLF en ciudades de tamaño medio debería:

- 1) hacer que los municipios asuman el mando;
- 2) garantizar un financiamiento adecuado;
- 3) tener en cuenta toda la cadena de servicios de saneamiento, y
- 4) fortalecer las capacidades de los agentes locales para prestar servicios de MLF.

2.3.4. Otras herramientas destacables

Existen muchas herramientas disponibles para evaluar, priorizar, planificar y calcular el costo del MLF. Muchas de ellas se pueden encontrar en el [conjunto de herramientas de MLF](#), para llevar a cabo tareas de evaluación y planificación. Entre ellas, destacan las siguientes:

- **Planificación de la Seguridad del Saneamiento (PSS):** se trata de un proceso propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) que reúne a los sectores de la salud y el saneamiento para identificar vías de contaminación y destacar riesgos y áreas prioritarias de intervención. WaterAid utilizó la PSS [en Bangladesh](#).
- **SaniPath:** se utiliza para evaluar la exposición a la contaminación e identificar las prioridades de las inversiones o intervenciones en materia de saneamiento. WaterAid utilizó SaniPath [en Camboya](#).
- **Herramienta de cálculo de costos para CWIS:** se utiliza para evaluar el costo de varias opciones de servicios de saneamiento.
- **Evaluación y planificación de servicios de CWIS:** se trata de una herramienta preparada por la Fundación Bill y Melinda Gates que permite introducir valores de referencia (por ejemplo, de un SFD) para una ciudad determinada y analizar los resultados de diversos escenarios e inversiones. Ha sido utilizada por algunas ciudades piloto y por [ESAWAS \(Eastern and Southern Africa Water and Sanitation \[Asociación de reguladores del agua y el saneamiento en África Oriental y Meridional\]\)](#).

2.4. El MLF en zonas rurales

Desde hace mucho tiempo, el MLF se ha considerado un problema urbano, especialmente de las grandes ciudades. Debido a que la densidad demográfica de muchas zonas rurales es cada vez mayor, y a medida que mejora el acceso al saneamiento básico, aumenta la necesidad y la demanda de cadenas de saneamiento integrales.

En zonas con una densidad de población más baja, pueden ser apropiadas soluciones sencillas, como cavar un nuevo pozo cuando uno está lleno o bien recurrir al uso de retretes de doble pozo (véase la sección 3.2.3). Las zonas rurales con mayor densidad de población necesitan cada vez más servicios de vaciado y tratamiento, pero es posible que estos no sean todavía económicamente viables debido a las largas distancias que existen entre los clientes y los lugares de tratamiento o eliminación. Los proyectos y la investigación en materia de MLF en entornos rurales están aumentando, especialmente en Asia Meridional.

Recursos útiles

- WaterAid India publicó una [estrategia para el MLF en la India rural](#), que presentaba las diversas geografías (como asentamientos urbanos, zonas rurales densas, grupos de aldeas, zonas poco pobladas, etc.), objetivos relacionados y opciones de financiamiento. WaterAid India también ha desarrollado [plantas de tratamiento en zonas rurales](#) a fin de mostrar las posibilidades técnicas.
- La [guía de programación de saneamiento rural](#) de WaterAid también distingue varias tipologías rurales y varias soluciones posibles de saneamiento para cada una de ellas. Su marco de cálculo de costos incluye un componente de la cadena de servicios de saneamiento.
- El Programa Solidarité Eau (pS-Eau) realizó un [examen de los servicios de saneamiento en ciudades pequeñas](#) en 2018 mediante el que observó la interfaz rural y periurbana.
- Ha de tenerse en cuenta que los SFD todavía no se han utilizado en entornos rurales; dan mejores resultados en zonas urbanas más delimitadas, incluso si se trata de ciudades pequeñas.



3. Aspectos técnicos: elección de las tecnologías de saneamiento



En esta sección se muestra cómo puede ser el MLF en la práctica mediante una selección de tecnologías y criterios de decisión sugeridos que son relevantes para WaterAid. Para obtener una lista más completa de las tecnologías de MLF, véase la descripción exhaustiva que ofrece el [Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento del EAWAG](#), además de la guía más reciente sobre productos y tecnologías de recuperación de recursos de saneamiento ([Guide to Sanitation Resource Recovery Products & Technologies](#)). Estas tecnologías deben seleccionarse en función de varios factores, incluidos los costos, los ingresos y los modelos de gestión, que se describen en la sección 4.

3.1. Descripción general y criterios de decisión

No existe una única solución “correcta” para un contexto determinado, pero sí cuatro opciones generales (véase la sección 1.3) y muchas tecnologías entre las que elegir en cada una de ellas. Un principio general es que se debe considerar toda la cadena de saneamiento a fin de minimizar el riesgo de peligros para la salud y daños ambientales en cada etapa.

Se deben utilizar los siguientes criterios a la hora de elegir soluciones de MLF en un contexto determinado:

Lo que ya existe

Una solución propuesta ha de basarse en la actual cadena de saneamiento, incluso si no es segura o resulta inadecuada. Esto es especialmente pertinente si la situación actual es resultado de la movilización de las comunidades. Se debe evitar la imposición de una solución completamente diferente.

Demanda, uso y prácticas, que incluyen:

- si la cadena será utilizada por hogares o instituciones como escuelas, centros de salud, mercados, etc.;
- la demanda existente y potencial de productos de reutilización, como la agricultura local.

Aspectos socioeconómicos

- Población y densidad
- Tenencia de las tierras: si los residentes son propietarios, inquilinos o ocupantes ilegales, y tienen margen para aplicar mejoras
- Asequibilidad y voluntad de pago, y posiblemente la necesidad de subsidios
- Actitudes culturales, tabúes y prácticas en torno a las excretas y el saneamiento

Capacidad y recursos necesarios

- Habilidades y recursos humanos para construir, operar, mantener y regular la infraestructura y los equipos, garantizando al mismo tiempo la salud y seguridad de los operarios
- Tecnologías locales disponibles, en función de la cadena de suministro
- Requisitos de energía y agua
- Disponibilidad de tierras

Costos e ingresos

Incluidos los costos de capital (CapEx), los gastos operativos (OpEx) y los gastos de mantenimiento de capital (CapManEx, como, por ejemplo, una sustitución integral de la infraestructura), y los costos de las actividades de apoyo; véase más información en la sección 4.1 sobre el financiamiento.

Mejoras incrementales

Una solución inicial puede ser relativamente sencilla, pero puede requerir trabajos de mejora para permitir un tratamiento más avanzado en el futuro.

Parámetros geográficos, entre los que se incluyen:

- La temperatura, ya que la temperatura baja puede inhibir muchos procesos de tratamiento.
- La lluvia y la humedad, que repercuten en la cantidad de agua.
- La accesibilidad por carretera, que determina qué vehículos pueden acceder.
- La profundidad del agua subterránea y la dirección de su flujo.
- El suelo y la topografía, incluidas las propiedades de infiltración y la distancia a los puntos de abastecimiento de agua.
- Los riesgos de inundación y las necesidades de adaptación.

Muchos parámetros climáticos pueden obtenerse de la herramienta [CLIMWAT](#) de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La información sobre las aguas subterráneas generalmente proviene de bases de datos nacionales y bases de datos regionales como el [atlas de aguas subterráneas de África](#).

Emisiones de gases de efecto invernadero

El [enfoque climático](#) de WaterAid se centra principalmente en la adaptación, pero algunas operaciones de MLF pueden hacer un uso muy intensivo del carbono, especialmente las emisiones operativas (como las de los camiones con motores diésel que se desplazan a sitios de tratamiento distantes), la producción de metano y las emisiones incorporadas de grandes instalaciones de hormigón. El metano contribuye en gran medida a la crisis mundial: [las letrinas de pozo contribuyen con el 1% de las emisiones mundiales](#).

Algunos métodos de tratamiento pueden reducir significativamente las emisiones, como el uso de biogás y el compostaje (que pueden [reducir las emisiones](#) en 1 o 2 órdenes de magnitud), y [el vaciado periódico](#) de fosas y tanques sépticos. Las empresas de servicios públicos pueden utilizar la [herramienta ECAM](#) (Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y de las Emisiones de Carbono) para realizar una evaluación detallada de las emisiones. Para obtener una comparación más rápida de las emisiones por tipos de tecnología, véase el [proyecto CACTUS](#).

3.2. Retrete y contención



La **contención** es el pozo, tanque o contenedor que contiene el lodo fecal. Los nombres utilizados varían de un lugar a otro, pero normalmente:

- Un **pozo** es un orificio realizado en el suelo, que puede estar revestido para conseguir una mayor estabilidad; por lo general, la mayoría de los líquidos se infiltran en el suelo que se encuentra debajo.
- Un **tanque** debe estar sellado de modo que los líquidos solo desagüen por una salida, como en el caso de un tanque séptico o la bóveda de un retrete de compostaje.
- Un **contenedor** está diseñado para ser reemplazado periódicamente, como parte de un CBS.

Conjuntamente, el retrete y la contención son generalmente responsabilidad del usuario (hogar o institución) y no de los proveedores de servicios. Los proveedores de servicios de MLF, como los vaciadores, no suelen proporcionar servicios para construir retretes o sistemas de contención. Sin embargo, una contención mal colocada y diseñada con frecuencia provoca la contaminación de las aguas subterráneas (y, por lo tanto, de fuentes cercanas de agua potable). La contención es un componente fundamental para lograr un saneamiento gestionado de forma segura. Debido a que es responsabilidad del usuario, a menudo suele pasarse por alto y es más difícil de abordar.

Los retretes y la contención determinan significativamente el tipo de lodo fecal y, por lo tanto, los servicios de recolección apropiados. Sin embargo, en algunos casos, se puede lograr el tratamiento en la contención (como en el caso de EcoSan), lo que reduce la necesidad de servicios de MLF.

3.2.1. Retretes y MLF

El MLF no suele ocuparse del retrete en sí, sino más bien de las etapas posteriores en la cadena de saneamiento. En muchos casos, el retrete y la contención forman parte de la misma tecnología; por ejemplo, una taza para uso de cuclillas en una losa sobre un pozo simple, o un retrete con un sifón que conduce a un tanque séptico.

Ya existen muchas guías para seleccionar, diseñar y construir retretes, que varían de un país a otro. Respecto al MLF, lo que importa es lo siguiente:

- Si los usuarios tienen el poder y los recursos para mantenerlo, repararlo y mejorarlo. Por ejemplo, los inquilinos y los ocupantes ilegales tienen generalmente opciones limitadas y es posible que no puedan permitirse el vaciado formal de las letrinas.
- Lo que entra en la contención además de las excretas: materiales de limpieza anal como papel o agua, desechos sólidos y artículos de higiene menstrual. Por ejemplo, proporcionar [retretes adecuados para las mujeres](#) puede ayudar a reducir la presencia de artículos de higiene menstrual en los pozos.
- La cantidad de agua de la cisterna que entra en la contención, que puede variar de menos de un litro a más de 10 litros por descarga. Esto depende del agua disponible y de si el retrete está equipado con un sifón de agua, una taza con flujo bajo de agua como la [SaTo Pan](#), o un orificio directo.
- El acceso a la contención para el vaciado.
- Si es necesario el vaciado, como con los retretes de compostaje.

Y, si bien no es crucial específicamente para el MLF, lo siguiente es esencial para lograr un acceso universal:

- Que el retrete esté “mejorado” —es decir, que garantice la separación segura de las excretas de los usuarios y de vectores como las moscas— y permita una limpieza fácil.
- Que sea accesible, asequible y apropiado para todos los usuarios, independientemente del género, la edad o la discapacidad.

3.2.2. Pozos

Un pozo es un agujero, generalmente cavado manualmente, destinado a contener el lodo fecal. Esto incluye las excretas, el agua de descarga y materiales de limpieza anal, además de otros materiales que se depositan en él. La mayoría de los líquidos se infiltran en el suelo situado debajo del pozo.

Los pozos son más habituales en las zonas rurales y en las ciudades pequeñas, pero también son comunes en las grandes ciudades en ausencia de alternativas; por ejemplo, cuando no hay suficiente espacio para los tanques sépticos. Los pozos pueden estar:

- **revestidos**, con paredes impermeables, o **sin revestimiento**, dependiendo del riesgo de colapso del suelo;
- **situados directamente debajo del retrete**, especialmente en los casos de sanitarios secos, o **separados**, con una tubería que va desde el retrete hasta el pozo, lo que es posible si se utiliza agua para la descarga. Los pozos separados pueden ser más accesibles y más fáciles de vaciar.

Los pozos acaban por llenarse: los humanos [producen](#) entre 100 g y 500 g de heces y 1 litro de orina al día, pero la tasa real de acumulación de lodo fecal puede variar dependiendo de cómo se infiltran los líquidos (en función del tipo de suelo y de la profundidad y el revestimiento del pozo), de si se utiliza agua para la descarga, del método de limpieza anal y de la tasa de descomposición del lodo. Las tasas de acumulación típicas varían:

Instalación	Litros / usuario / año
Lodo en letrina de pozo doméstica	Entre 40 y 90
Residuos sépticos en tanque séptico	350
Lodo en retrete público (con agua de descarga)	700

Tabla 1: Ejemplo de tasas de acumulación de lodos ([fuente 1](#), [fuente 2](#))

Las opciones para ocuparse de los pozos llenos incluyen:

Cubrir un pozo de forma segura y cavar uno nuevo

Esta es la opción más sencilla y económica, posible cuando:

- hay suficiente superficie, generalmente en zonas baja densidad;
- la superestructura se puede mover o reemplazar fácilmente;
- existe un riesgo bajo de contaminación del agua subterránea.

Este último punto depende de la permeabilidad del suelo, la profundidad del acuífero, la distancia a las fuentes de agua subterránea y si estas fuentes están protegidas. Una forma de calcular esto es utilizar la [herramienta de evaluación de la contaminación de las aguas subterráneas del SFD](#) o los anexos de las [directrices de WaterAid para la construcción de retretes institucionales y públicos](#).

Vaciar los tanques sépticos y pozos llenos

Esto es necesario para los tanques sépticos (y muchos países tienen normativas que exigen determinadas frecuencias de vaciado), y para los pozos cuando la densidad de población o las condiciones del suelo impiden la excavación de un nuevo foso, como suele ser habitual en la mayoría de las zonas urbanas (véase la sección 3.3 sobre el vaciado).

Tratamiento sobre el terreno

La siguiente sección muestra cómo algunas tecnologías evitan la necesidad de transportar lodos fecales a gran distancia para su tratamiento.

3.2.3. Tratamiento sobre el terreno: doble pozo y EcoSan

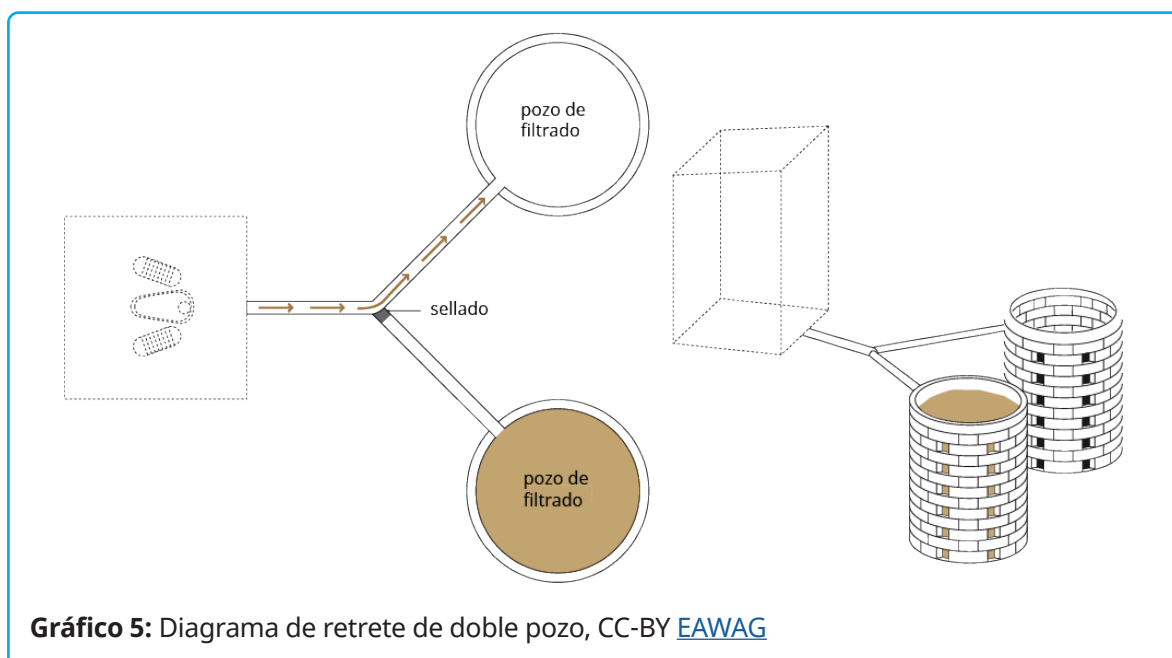
Algunas tecnologías de contención permiten el tratamiento parcial o completo del lodo fecal.

Retretes de doble pozo

En este caso, se excavan dos pozos de un metro cúbico; una tubería va desde el retrete a una cámara desviadora y, a continuación, a un pozo. Cuando ese pozo se llena, el flujo se desvía al segundo pozo. Cuando el segundo pozo se llena, el contenido del primer pozo se ha convertido en humus¹ y lo normal es que en ese momento sea seguro realizar el vaciado, siempre y cuando el diseño y la operación resulten apropiados. El lodo fecal tratado puede utilizarse como fertilizante y acondicionador del suelo² para cultivos.

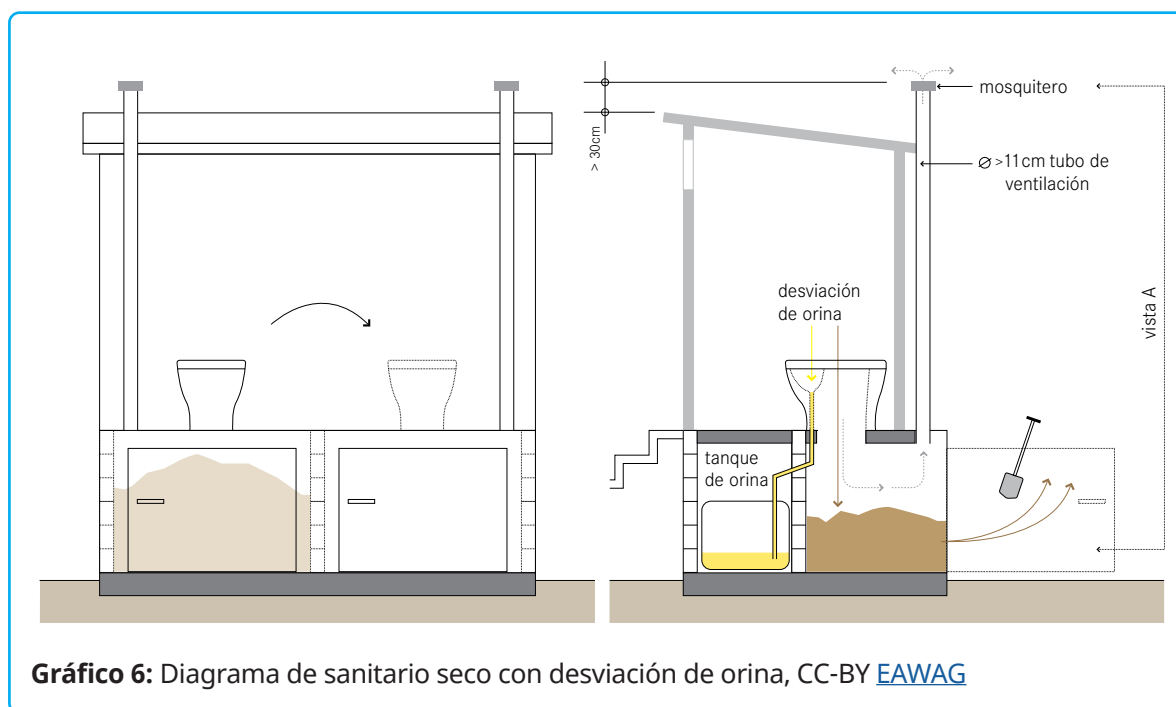
Esta opción puede ser segura si varios de los líquidos se infiltran en el suelo sin contaminar el agua subterránea y si el lodo fecal restante tiene tiempo suficiente para descomponerse y para que mueran los patógenos (al menos 1 año e idealmente 2 años). Los retretes de doble pozo requieren más espacio e inversión que un retrete de un solo pozo, pero exigen menos mantenimiento al cabo del tiempo.

Esta opción se utiliza a menudo en Asia Meridional y se ha promovido como parte de iniciativas nacionales. Para obtener una descripción general, véase esta [guía de SSWM](#) y la [presentación adjunta](#).



¹ Los términos *humus* y *composta* se utilizan a menudo indistintamente para hacer referencia a la materia orgánica descompuesta. Por lo general, el *humus* se refiere al producto de la digestión aerobia y anaerobia que ocurre en los pozos dobles; la *composta* resulta de un proceso de digestión aeróbica controlado. Aunque parecen similares, el *humus* puede tener todavía patógenos y su calidad es más variable ([fuente](#)).

² Los *fertilizantes* son cualquier material que se aplica al suelo principalmente a fin de suministrar algunos de los nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas. Los *acondicionadores del suelo* mejoran principalmente la condición física del suelo (estructura, infiltración de agua) ([fuente](#)).



Ecosan

Hay muchos tipos de retretes de compostaje o “retretes EcoSan”, pero el más habitual es el sanitario seco con desviación de orina (SSDO).

Con esta tecnología, el asiento del retrete o la taza separa la orina, que puede infiltrarse en el suelo o ser recolectada y utilizada para fertilizar plantas. Las heces entran en una bóveda, que queda sellada cuando está llena mientras se usa una segunda bóveda. Las heces se convierten en composta, que puede usarse como fertilizante o acondicionador del suelo.

En comparación con los retretes de doble pozo, los SSDO no requieren la excavación de pozos (ya que la bóveda normalmente se encuentra por encima del suelo para facilitar el acceso) y necesitan menos tiempo, ya que las condiciones más secas y más calientes dentro de la cámara llena aceleran el proceso de descomposición.

Por otro lado, estos son sus inconvenientes:

- Pueden ser más costosos de construir.
- Por lo general, necesitan estar elevados y pueden ser menos accesibles, puesto que requieren una rampa que a menudo es inasequible para los retretes domésticos.
- Exigen un cambio de comportamiento para usar sanitarios con desviación de orina, no utilizar agua de descarga y dirigir correctamente el agua que ha servido para la limpieza anal.
- Necesitan eliminar la orina —generalmente por infiltración—, lo cual no siempre es posible en suelos rocosos o zonas densamente pobladas.

Por estas razones, muchos proyectos de retretes EcoSan no han podido seguir siendo sostenibles sin la intervención constante de las ONG. Los retretes de compostaje suelen ser más adecuados en zonas:

- donde puede ser complicado configurar servicios de vaciado,
- donde hay demanda local para el abono resultante,
- donde el agua es escasa, y en zonas rocosas o propensas a inundaciones.



Estudio de caso 4:

Ecorretretes por WaterAid India

WaterAid India ha diseñado retretes EcoSan alternativos para zonas rurales, especialmente aquellas propensas a sufrir inundaciones, con niveles freáticos altos, rocosas o montañosas.

Los **biorretretes** tienen tres cámaras subterráneas. En las cámaras, las bacterias *Microbial inoculum* aceleran la descomposición y las esteras de césped artificial en las paredes de la cámara contribuyen a la proliferación de bacterias. Las aguas residuales del retrete van limpiándose gradualmente al pasar de una cámara a la siguiente, hasta que el efluente que sale de la tercera cámara puede infiltrarse o reutilizarse para el riego.

Los **retretes con evapotranspiración** dependen de plantas que absorben las aguas residuales a través de sus raíces y hacen que el agua se evapore gracias a la transpiración normal de la planta; las aguas residuales del retrete fluyen a través de un "tanque" subterráneo construido con neumáticos viejos, rodeado de capas de piedras y arena. WaterAid India ha realizado cerca de 20 ensayos con esta tecnología.

[Véanse las preguntas frecuentes respondidas por WaterAid India y este artículo relacionado;](#) y [las directrices internas de WaterAid.](#)



Gráfico 7: Las tres cámaras del biorretrete

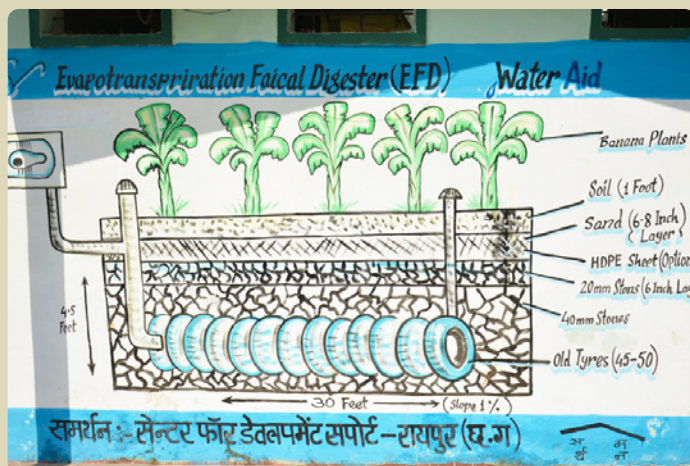


Gráfico 8: Esquema de un retrete con evapotranspiración, CC-BY-NC-SA [India Water Portal](#)

Retretes con vermicompostaje

Estos retretes de reciente invención se basan en el un proceso de vermicompostaje que se efectúa en el propio pozo: unas lombrices de tierra descomponen la materia fecal rápidamente y la convierten en vermicompostaje, que se puede manejar de forma segura. Asimismo, reducen el ritmo al que se acumulan el lodo y la composta en el pozo. Si se mantiene adecuadamente, la colonia de gusanos en principio puede permanecer en el pozo indefinidamente.

Oxfam ha probado este tipo de retretes en algunas situaciones de desastre y posteriores a un desastre en seis países. Oxfam ha publicado un [manual detallado](#). La principal limitación de estos retretes es la necesidad de competencias específicas, incluidos especialistas externos, tanto para la instalación de los retretes como para el adecuado funcionamiento y mantenimiento posterior.

3.2.4. Tanques sépticos

Un tanque séptico es un tanque subterráneo completamente revestido (impermeable), dividido en dos cámaras, que recibe excretas, materiales de limpieza anal y agua de descarga. Proporciona un cierto grado de tratamiento, ya que los sólidos se depositan en el fondo, formando **residuos sépticos**, y la porción líquida, llamada **efluente**, se descarga a través de la salida del tanque.

Un tanque séptico solamente proporciona tratamiento parcial:

- Los residuos sépticos deben bombearse con regularidad, ya que su exceso impide un tratamiento eficaz y puede bloquear el tubo de efluente; sin embargo, en la práctica muchos usuarios esperan hasta que el tanque empiece a funcionar mal.
- El efluente que sale todavía está contaminado, por lo que debe infiltrarse en el suelo a través de un pozo de absorción o una tubería de infiltración, o transportarse a una planta de tratamiento.

El tamaño del tanque séptico está determinado por el número de usuarios, el tiempo de retención mínimo (las aguas residuales necesitan permanecer en el tanque durante unas 48 horas para asegurar la separación adecuada de los sólidos), y el intervalo de tiempo deseado entre cada vaciado. Las [directrices y los anexos de WaterAid para la construcción de retretes públicos](#) e institucionales contienen detalles, planos y calculadoras para tanques sépticos. Las [directrices de Oxfam sobre tanques sépticos](#) también proporcionan cálculos rápidos de tamaños.

Muchos países han estandarizado los requisitos de los tanques sépticos en sus reglamentos, y a menudo tienen fabricantes que proporcionan tanques prefabricados, cuya instalación suele ser más barata. En la práctica, muchos de esos tanques se llaman "fosas sépticas" y han sido mal diseñados y construidos. Por ejemplo, pueden carecer de salida y tener que vaciarse con mucha frecuencia; pueden no estar completamente revestidos o presentar grietas que causen fugas hacia el suelo circundante; pueden tener solamente una cámara, lo que provoca que algunos residuos sólidos bloqueen el tubo de efluente. Los residentes pueden no ser conscientes de estas circunstancias si el tanque fue construido antes de su llegada. Véase esta [revisión de tanques sépticos en la India](#) para consultar ejemplos de regulaciones y prácticas reales.

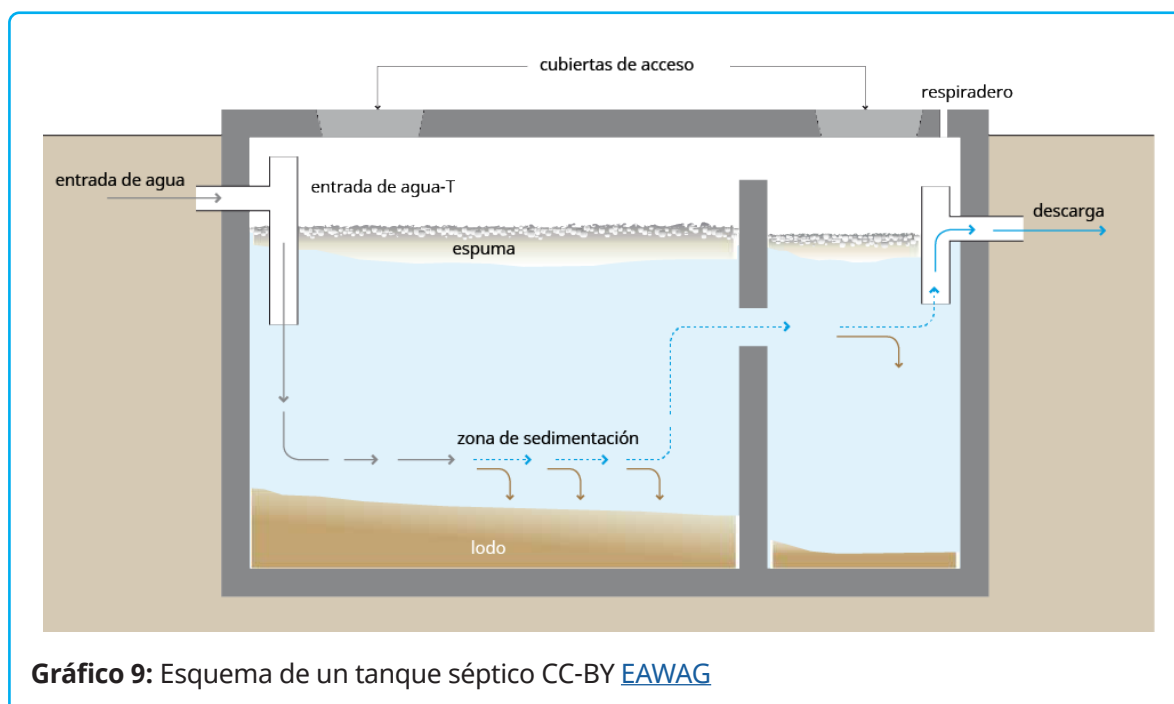
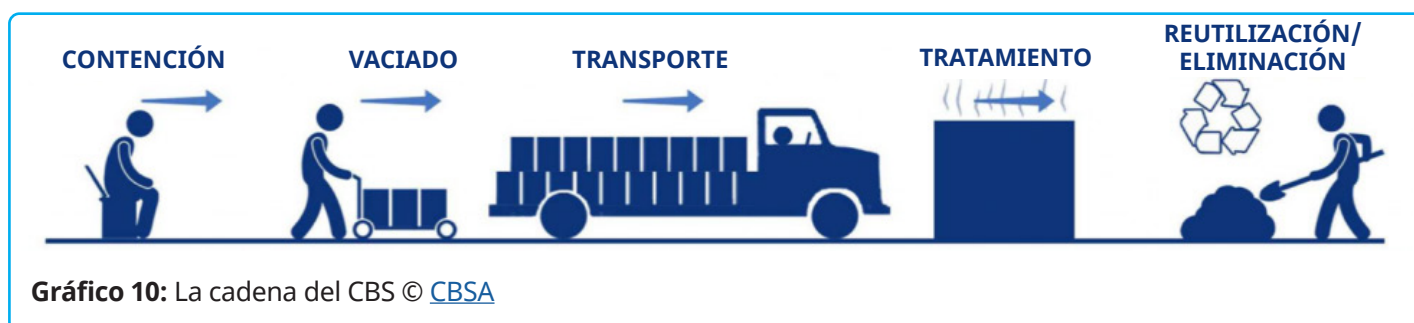


Gráfico 9: Esquema de un tanque séptico CC-BY [EAWAG](#)

3.2.5. Saneamiento basado en contenedores (CBS)

El acrónimo CBS (*container-based sanitation*) hace referencia a los retretes en los que se utiliza un cartucho extraíble, normalmente llamado “contenedor”, para recolectar las excretas bajo el asiento. El contenedor se recolecta cuando está lleno, o a intervalos regulares, y se sustituye por uno vacío y limpio.



Este enfoque ha sido utilizado principalmente por ONG y empresas sociales, y algunos operadores públicos, muchos de los cuales forman parte de la [Container-Based Sanitation Alliance \(CBSA\)](#). Existe una amplia variedad de tecnologías para garantizar la limpieza del retrete y, en ocasiones, la separación de orina y heces. El CBS puede ser adecuado para:

- Densidades de población muy altas, como los asentamientos informales, ya que el retrete puede colocarse dentro de una vivienda.
- Inquilinos que no tienen necesariamente la capacidad de instalar un retrete permanente.
- Zonas de ingresos muy bajos, donde el pago regular de un importe reducido puede ser preferible a una mayor inversión inicial.
- Zonas con un nivel freático alto o en riesgo de inundaciones, ya que no hay necesidad de pozos.

Las principales limitaciones de este modelo son la renuencia de muchas autoridades a aceptarlo, dada su similitud con las antiguas “letrinas de balde”, que se vaciaban manualmente sin protección, y los diferentes fondos que requiere (más subsidios para el funcionamiento y menos financiamiento de capital que otras cadenas de saneamiento). Actualmente se trabaja para medir y promover la seguridad del CBS.

Para conocer una visión general de los modelos de negocio y las tecnologías en el CBS, se puede consultar la [evaluación del Banco Mundial](#) de 2018 y la [guía de implementación de CBS](#) de 2021.

3.3. Recolección y transporte

El lodo fecal puede extraerse de pozos y tanques sépticos usando diferentes equipos, desde grandes tanques de lodos con bombas potentes hasta pequeñas bombas manuales y carros.

La elección de la tecnología depende de distintos factores:

- **El tipo de contención:** pozo o tanque séptico, y si ha sido diseñado para ser vaciado (tapa de acceso, separada del retrete). Si no hay una tapa de acceso, es posible que se tenga que romper la losa.
- **Acceso a la contención:** por ejemplo, acceso por carretera o caminos estrechos dentro de un asentamiento informal.



- **La densidad del lodo:** depende de si se utiliza agua para la descarga o la limpieza anal, de si la contención permite que el líquido se infiltre en el suelo y del tiempo que ha estado el lodo en el pozo. Es posible que el lodo muy denso no sea bombeable, pero puede diluirse vertiendo agua en el pozo (cuando el lodo es muy sólido, a veces se utiliza agua a presión para ayudar a descomponerlo y hacerlo más fluido). Existen métodos formales [para analizar las características del lodo fecal](#).
- **Contenido de residuos sólidos:** especialmente para sanitarios secos sin sifón. Es habitual encontrar desechos sólidos en los pozos, incluidos objetos de gran tamaño —como bolsas—, objetos que son difíciles de retirar —como trapos— y desechos médicos y peligrosos (jeringas, preservativos, productos de higiene menstrual...). Es posible que estos objetos tengan que retirarse antes del lodo mediante una práctica llamada “**pesca**”, realizada a menudo con ganchos y varas.
- El costo del vaciado y **quién lo paga**.
- La disponibilidad de tecnologías y cadena de suministro.

A menudo, esta etapa de la cadena de saneamiento representa un gran peligro para la salud y la seguridad de los residentes y los trabajadores. Si no hay servicios formales de vaciado, los residentes pueden depender de métodos muy inseguros. Esto incluye practicar un agujero en el lado del pozo durante la estación lluviosa para descargar su contenido en la vía pública, o pagar a vaciadores manuales informales para que vacíen el contenido de maneras poco seguras. En estos casos, uno de los objetivos debe ser salvaguardar la salud y la seguridad de los residentes y trabajadores.

Estudio de caso 5:

Trabajadores sanitarios: salud, seguridad y dignidad

Todos los trabajadores sanitarios están expuestos a riesgos para la salud y la seguridad, pero los vaciadores de letrinas manuales informales se exponen a riesgos mucho mayores, especialmente cuando carecen de equipos de protección personal (EPP), pólizas de seguros y protección. A pesar de prestar un servicio esencial, a menudo están estigmatizados y pueden ser considerados como ilegales.

En 2019, WaterAid, el Banco Mundial, la OMS y la Organización Internacional del Trabajo (OIT) pusieron en marcha una [iniciativa para analizar la salud, la seguridad y la dignidad de los trabajadores sanitarios](#). Las recomendaciones incluyen:

- Garantizar su seguridad a través de la capacitación, el acceso a EPP, y la mejora de las políticas y directrices.
- Mejorar sus condiciones de trabajo a través del acceso a seguros médicos, seguridad social, salarios decentes y apoyo financiero.
- Dar reconocimiento a la fuerza laboral priorizando sus derechos, asegurándose de que sean percibidos como trabajadores clave y cuestionando las desigualdades y la discriminación profundamente arraigadas.
- Respaldar su empoderamiento a través de oportunidades de capacitación y educación, y garantizar su inclusión en las consultas con las autoridades locales.
- Fomentar la investigación para comprender mejor la fuerza laboral del saneamiento, las dificultades a las que se enfrentan, las dinámicas de poder y las causas de la discriminación, y los requisitos de seguridad.

Al considerar las mejoras del MLF, las actividades específicas pueden incluir:

- Consultas a los trabajadores sanitarios existentes.
- Garantizar su salud y seguridad en cualquier tecnología o servicio previstos.
- Considerar de qué formas afectará sus medios de vida cualquier cambio previsto y planificar esta transición.

3.3.1. Camiones cisterna de lodos

Los camiones cisterna de lodos, también llamados “camiones de succión”, son la tecnología de vaciado más habitual utilizada para pozos y tanques sépticos en los países de ingresos más altos. Funcionan mejor con residuos sépticos y lodos líquidos de pozos húmedos. Pueden ser eficientes para vaciar varios tanques o pozos en un tiempo relativamente corto y transportar la carga a una planta de tratamiento o sitio de eliminación.

Sin embargo, estos camiones son de gran tamaño y su adquisición y mantenimiento son costosos. Los camiones viejos pueden averiarse a menudo y consumen mucho combustible. La distancia a las plantas de tratamiento o sitios de eliminación incrementa el costo del servicio de vaciado, aumentando la tarifa de servicio para los residentes. Por lo tanto, este servicio generalmente debe contar con subsidios de las autoridades locales.

Los camiones cisterna de lodos suelen ser demasiado grandes para entrar en los estrechos caminos de los asentamientos informales, y a menudo no pueden acceder a carreteras sin pavimentar en las zonas rurales. Por estas razones, a menudo no son física y financieramente apropiados para las zonas informales y de bajos ingresos. Existen camiones cisterna de lodos de menor tamaño, especialmente en Asia Meridional, que pueden ser más apropiados para las ciudades pequeñas. Por ejemplo, IRC ha documentado las posibilidades y limitaciones de [los llamados “honey-suckers” \(camiones cisterna\) en Bengáluru \(India\)](#). De lo contrario, el vaciado debe realizarse con bombas más pequeñas y medios de transporte alternativos.



3.3.2. Bombas más pequeñas



Gráfico 11: Trabajadores de saneamiento en Dar es Salaam (Tanzanía) con una bomba Gulper

Si los camiones cisterna de lodos no son asequibles o no pueden acceder a una instalación, la alternativa es utilizar bombas más pequeñas. Estas normalmente bombean el lodo fecal a vehículos más pequeños provistos de un tanque, o a contenedores que pueden ser cargados en vehículos pequeños.

Se han diseñado y actualmente se están diseñando muchas bombas asequibles, desde sencillas bombas manuales como la [Gulper](#) a pequeñas bombas motorizadas como la [Excluder](#) (también llamada Flexcrevator), la [PuPu Pump](#), etc. Del mismo modo, se pueden utilizar una gran variedad de vehículos, desde remolques y carros hasta triciclos motorizados. En los siguientes enlaces se incluyen varias comparativas:

- The FSM Alliance: [Practical Guide to Available Pit-Emptying Technologies](#), 2022
- En 2015, WASTE investigó el [desenlodamiento en zonas difíciles](#).
- [Examen exhaustivo de tecnologías](#) por parte de GOAL para Freetown, en Sierra Leona, en 2016.

Las bombas de menor capacidad normalmente han presentado muchos fallos, en general debido a modelos de negocio deficientes. Muchas bombas fueron diseñadas pensando en la eficiencia técnica en lugar de en un uso eficiente por parte de las pequeñas empresas que suelen participar en los servicios de vaciado y transporte. Por ejemplo, la [Vacutug](#) resultó no ser apropiada porque su único motor, tanto para alimentar la bomba como para mover el tanque, requería de varias horas para transportar la carga hasta un sitio de eliminación. La [MAPET](#) necesitaba un equipo de tres operarios, lo que hacía que su funcionamiento fuera costoso.

Incluso en las situaciones en que sea la única opción factible, esta forma de vaciado tiene limitaciones:

- Puede ser lenta y necesitar una gran cantidad de mano de obra, lo que aumenta los costos. La velocidad y la distancia a los lugares de tratamiento o eliminación suele ser un factor crítico.
- Puede resultar más difícil ofrecer una buena protección contra los lodos cuando se vacían o eliminan residuos sólidos en comparación con el uso de camiones cisterna de lodos.
- Los barriles llenos de lodo son peligrosos, ya que el chapoteo del contenido puede ocasionar el volcado del vehículo. Asimismo, unas condiciones de temperatura elevada pueden hacer que los barriles se abran inesperadamente debido a la producción de gas.

Estudio de caso 6:

Experiencia de WaterAid Tanzania con la bomba Gulper

WaterAid Tanzania ha puesto a prueba varias maneras de apoyar a las pequeñas empresas para prestar servicios de vaciado de pozos en Dar es Salaam. Han probado tecnologías como triciclos motorizados para el transporte, barriles y tanques pequeños, y también la bomba Gulper. La bomba Gulper trabaja según el mismo concepto que una bomba de agua de acción directa: el mango se bombea a mano, el lodo asciende desde el fondo de la bomba y se expulsa a través de una tobera. Esta bomba se puede fabricar localmente con un tubo de PVC, barras de acero y válvulas. La parte inferior de la tubería se hace descender por el pozo mientras que el operario permanece en la superficie para accionar la bomba, lo que elimina la necesidad de que una persona tenga que entrar en el pozo. El lodo extraído puede recolectarse en barriles o carros y retirarse del sitio de forma segura.

WaterAid Tanzania también ha probado varios mecanismos de apoyo financiero y maneras de involucrar a las comunidades para promover el servicio. Véanse [los diversos modelos de negocio utilizados en este proyecto](#).

3.3.3. Estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia de lodos dividen el proceso de transporte en dos fases:

1. Los vaciadores usan carros o vehículos pequeños para transportar el lodo fecal desde el punto de recolección hasta una estación de transferencia cercana.
2. Seguidamente, un camión cisterna vacía la estación de transferencia y el lodo fecal es transportado a un sitio de eliminación final.

Este enfoque puede ser útil en asentamientos informales densamente poblados, y cuando los sitios de tratamiento se encuentran alejados. No obstante, requiere un vaciado periódico, ya que una estación de transferencia completa puede ocasionar molestias de mal olor para los vecinos.

El Servicio Neerlandés de Cooperación al Desarrollo (SNV) publicó una [guía](#) y un [resumen breve](#) acerca de las estaciones de transferencia.

Estudio de caso 7:

Ejemplos de estaciones de transferencia de Maputo

En 2010, WSUP y WaterAid prestaron apoyo en Maputo a una organización comunitaria para vaciar pozos locales con camiones cisterna de lodos de pequeño tamaño que, a su vez, se vacían en cisternas de transferencia de vecindarios, en un sitio designado por la organización comunitaria. La organización comunitaria depende entonces de los servicios municipales para el vaciado del tanque de transferencia; sin embargo, la capacidad institucional y la coordinación de estas actividades siguieron siendo poco eficientes. Para mantener la cadena del MLF, WaterAid facilitó a una asociación local un camión para la retirada de cisternas de transferencia llenas y su sustitución por otras vacías.

SEED / WSUP (2011) "[Formulation of an outline Strategy For Maputo City Citywide Sanitation Planning](#)"

3.4. Tratamiento, eliminación y reutilización

En esta sección se ofrece una descripción general del tratamiento del lodo, las tecnologías y los criterios de decisión. Este tema es amplio y complejo, por lo que recomendamos los dos recursos siguientes para obtener más información:

- El libro de Kevin Tayler [Faecal sludge and Septage treatment](#) para conocer distintos diseños de manera detallada.
- La [Guide to Sanitation Resource Recovery Products & Technologies](#) es útil para valorar qué productos de reutilización son apropiados y qué tratamientos se necesitan para producirlos.

3.4.1. Enterramiento en zanjas o descarga en alcantarillas

La opción más sencilla y barata puede ser no tratar el lodo fecal, sino enterrarlo. Esta puede ser una medida temporal hasta que se disponga de fondos para un tratamiento adecuado. La aprobación, planificación y construcción de una planta de tratamiento puede llevar años, durante los cuales dicha eliminación permitirá al menos la retirada de lodo no tratado de los asentamientos humanos.

El **enterramiento en zanjas cubiertas** (también conocida como **zanjas profundas**) resulta adecuada cuando hay tierra disponible —por ejemplo, para ciudades pequeñas

y zonas periféricas de ciudades más grandes— y cuando los riesgos de contaminación e inundación del agua subterránea son bajos. Esta tierra debe ser cercada y ubicarse lejos de las viviendas, y se necesita una gestión mínima para asegurar que los camiones no causen daños en la zona durante las operaciones de eliminación. El lodo recién desechado debe cubrirse con tierra para reducir los olores. En ocasiones, se plantan árboles en la parte superior de las zanjas.

Normalmente no se recomienda la descarga de lodo fecal en alcantarillas, a menos que existan procesos específicos como tanques de sedimentación adicionales. Este sistema, en el que los lodos se transportan a una planta de tratamiento de aguas residuales, ha sido probado por algunos operadores. Sin embargo, las alcantarillas no están diseñadas para estos sólidos adicionales y pueden llegar a obstruirse. Las plantas de tratamiento de aguas residuales tampoco están diseñadas para hacer frente al aumento de sólidos, carga patógena y carga orgánica, lo que reduce su eficiencia o incluso evita un tratamiento seguro. Una alternativa es separar sólidos y líquidos (véase la sección 3.4.4), y tratar conjuntamente la porción líquida y las aguas residuales. Existe una [guía exhaustiva](#) de Dorai Narayan acerca del tratamiento conjunto.

3.4.2. Descripción general del proceso de tratamiento

El objetivo principal del tratamiento es convertir el lodo fecal en productos seguros que no perjudiquen la salud pública ni el medio ambiente cuando se desechen. Un objetivo secundario es utilizar la energía y los nutrientes del lodo cuando tiene sentido práctico y económico hacerlo.

El lodo fecal no puede tratarse de la misma manera que las aguas residuales, ya que suele estar más concentrado. La opción más sencilla, cuando el riesgo de contaminación es bajo y hay espacio disponible, es enterrar el lodo en zanjas y después cubrir las zanjas con tierra (sección 3.4.1). Sin embargo, suele ser necesaria una planta de tratamiento de lodo fecal (PTLF). El proceso de tratamiento en una PTLF consiste normalmente en lo siguiente:

- **Recepción y tamizado** para eliminar sólidos, arenilla, grasas, aceites y objetos flotantes de mayor tamaño que puedan interrumpir el proceso de tratamiento.
- **Tratamiento preliminar:** estabilización de lodos frescos a fin de reducir los olores.
- **Separación de sólidos y líquidos**, para tratarlos por separado y de forma más eficiente.
- **Deshidratación de sólidos**, para eliminar el exceso de agua que queda en el lodo. A continuación:
 - **Transporte de los sólidos a un vertedero**, o bien,
 - **Tratamiento adicional de los sólidos** para crear productos.
- **Tratamiento de los líquidos** para eliminar el material orgánico, el amoníaco y los patógenos. Este proceso se parece más al tratamiento de aguas residuales. Asimismo, los líquidos se pueden tratar junto con las aguas residuales. A continuación:
 - **Descarga en masas de agua**, o bien,
 - **Eliminación adicional de patógenos** para el riego.

3.4.3. Criterios de decisión para las opciones de tratamiento

Además de los criterios generales para el MLF citados anteriormente en la sección 3.1, se deben tener en cuenta los siguientes factores al evaluar las opciones de tratamiento:

- **Volumen y características del lodo:** su cantidad (actual y futura), estacionalidad y composición: Demanda biológica y química de oxígeno (DBO y DQO), sólidos suspendidos totales (SST), viscosidad, presencia de sólidos de mayor tamaño, grasas y aceites, arenilla. Antes de comenzar a diseñar una PTLF es esencial llevar a cabo una [evaluación detallada](#) para determinar la cantidad y calidad esperadas del lodo fecal que se va a tratar. Las características del lodo variarán considerablemente dependiendo de si proceden de pozos o tanques sépticos, y de con qué frecuencia se vacían estos.
- **Nivel de tratamiento requerido:** esto se rige por normas nacionales, por ejemplo, la demanda biológica y química de oxígeno del efluente, y normas internacionales como las [directrices de la OMS](#). La instalación de una planta de tratamiento también puede exigir una evaluación del impacto ambiental.
- **Ubicación y espacio disponible:** una PTLF puede ocupar una gran extensión de tierra y generar olores desagradables, que son los motivos más habituales por los que los residentes pueden oponerse a ella.
- **Actualización modular:** se puede comenzar a pequeña escala con componentes esenciales (como lechos de secado), y ampliar más adelante a medida que aumente la demanda y sea necesario tratar una mayor cantidad de lodo.
- **Costos de funcionamiento y mantenimiento:** algunos procesos pueden funcionar bajo el flujo por gravedad, mientras que otros requerirán equipo mecánico que generalmente será más costoso de mantener y requerirá una fuente fiable de electricidad. En algunos casos habrá una compensación. Por ejemplo, la deshidratación mecánica puede reducir el tamaño de los lechos de secado y la huella total de la PTLF, pero aumentará los costos de mantenimiento.
- **Voluntad política:** a veces, ¡el “mejor” proceso de tratamiento es el que recibe la aprobación! Esto puede deberse a que la opción elegida:
 - genera puestos de trabajo,
 - es innovadora y con ella se consigue visibilidad,
 - es prácticamente invisible y tiene menores costos de funcionamiento,
 - no produce olores desagradables, etc.
- **Demanda de productos de LF.** Una evaluación del mercado puede determinar si los productos serán rentables. ¿Existe demanda y voluntad de pago, como en el ámbito de la agricultura (para la composta) o cocinas cercanas (para el biogás)? ¿Tendrá el producto competencia (por ejemplo, fertilizante químico)?
- **Recursos humanos:** las habilidades disponibles y el personal necesario para operar y mantener la PTLF, y el nivel de protección requerido para su salud y seguridad. Algunas tecnologías (como la basada en larvas de moscas soldado negras) exigen conocimientos técnicos especializados.
- **Financiamiento disponible:** el financiamiento también es importante para determinar las opciones de tratamiento. La venta de productos suele cubrir solamente una pequeña proporción de los costos operativos totales; asimismo, los ingresos deben compararse con la inversión. La [herramienta REVAMP](#) ayuda a medir el valor potencial.



3.4.4. Separación de sólidos y líquidos

Un **tanque de sedimentación y espesamiento** es un tanque sencillo que espesa el lodo separando los sólidos de los líquidos al cabo del tiempo. Algunos sólidos son arrastrados por la gravedad al fondo, y otros sólidos (por ejemplo, grasas y aceites) flotan en la parte superior, formando una capa de espuma.

La porción más líquida que queda en medio se llama “líquido sobrenadante”; tiene las características de las aguas residuales domésticas y puede ser tratada con tecnologías convencionales de tratamiento de aguas residuales. A continuación, los sólidos pueden ir a un digestor anaerobio para producir el biogás, o a otras tecnologías de la deshidratación y del tratamiento para un procesamiento posterior.

Los tanques de sedimentación y espesamiento son más adecuados para tratar lodos parcialmente estabilizados, como los residuos sépticos de tanques sépticos o la mayoría de las instalaciones de saneamiento sobre el terreno. No están adaptados para lodos muy frescos, como los de los retretes públicos, aunque teóricamente este lodo puede mezclarse con lodos más estabilizados de pozos más antiguos.

Aunque estos tanques resultan fáciles de operar, precisan una limpieza periódica de las salidas, y cierto bombeo del lodo situado en el fondo. Las principales alternativas son la **deshidratación** mecánica, que requiere más inversión, electricidad y mantenimiento; o el tratamiento conjunto con aguas residuales en **lagunas de estabilización de residuos**, que requieren grandes extensiones de tierra.

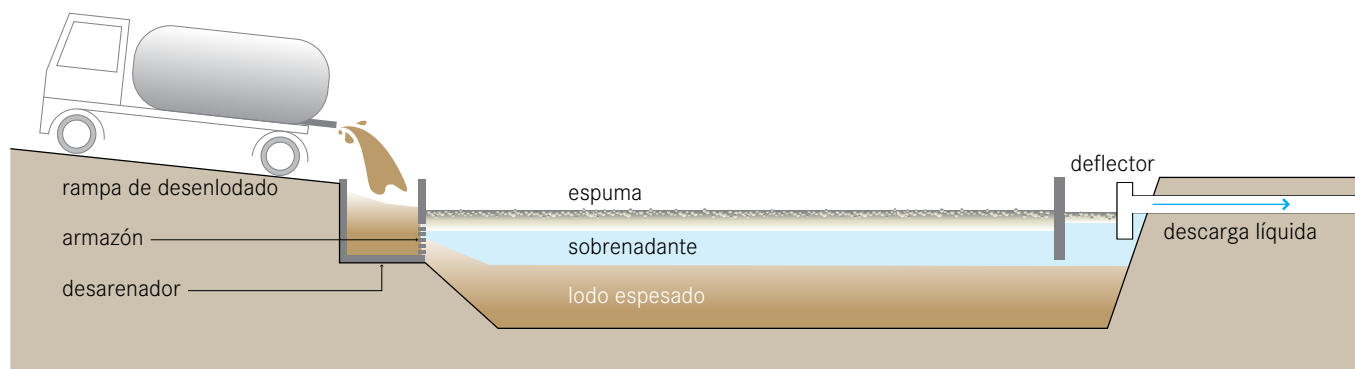


Gráfico 13: Vista de un tanque de sedimentación y espesamiento © EAWAG ([fuente](#))

3.4.5. Deshidratación de sólidos: lechos de secado

Un **lecho de secado sin plantas** es un lecho sencillo lleno de material de filtrado, a menudo grava y arena, que permite que el líquido del lodo fecal drene y se evapore, secando así el lodo fecal. Entre el 50% y el 80% del volumen del lodo es lixiviado. El lodo acumulado en los lechos se raspa regularmente. Este lodo seco no se ha estabilizado ni es seguro. Por lo general, es necesario un tratamiento adicional antes de que se pueda desechar o reutilizar de forma segura. La porción líquida o el lixiviado todavía contiene patógenos y necesita tratamiento adicional.

Los lechos de secado sin plantas suelen ser una de las primeras (y a veces las únicas) tecnologías instaladas en una PTLF: proporcionan un tratamiento eficaz con un funcionamiento mínimo, no siempre necesitan un tanque de sedimentación y espesamiento y pueden ser un paso intermedio hacia un sistema de tratamiento más avanzado.

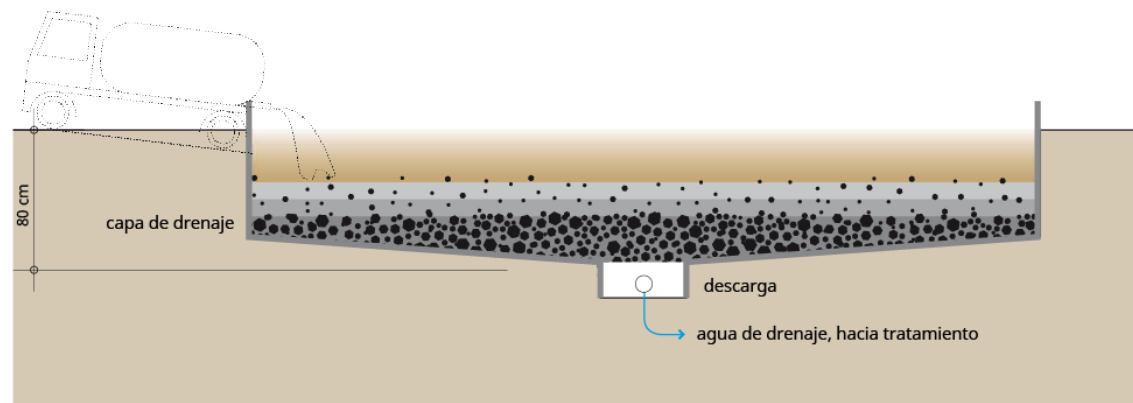


Gráfico 14: Diagrama de un lecho de secado sin plantas, CC-BY [EAWAG](#)

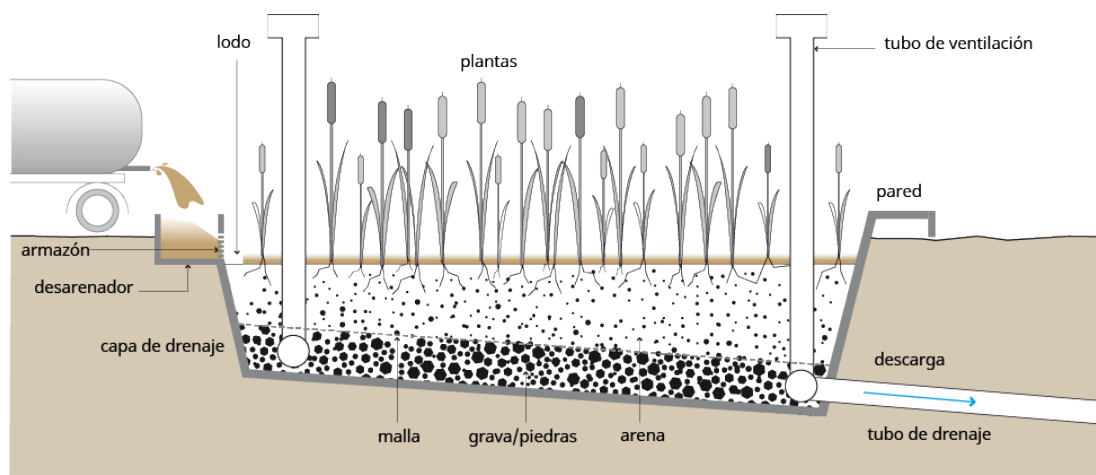


Gráfico 15: Diagrama de un lecho de secado con plantas, CC-BY [EAWAG](#)

Un **lecho de secado con plantas** es similar a un lecho de secado sin plantas, pero tiene la ventaja de que en él se produce una mayor evapotranspiración por parte de plantas seleccionadas. El lodo crudo puede aplicarse directamente a la capa anterior o después del pretratamiento en el tanque de sedimentación y espesamiento. Las plantas y sus raíces mantienen la permeabilidad del filtro. El lodo acumulado se retira en períodos de 2 a 5 años y presenta un elevado grado de estabilización. El lodo no requiere ningún otro paso de tratamiento y puede utilizarse en la producción de cultivos.

Si bien proporcionan un mejor tratamiento, también requieren más experiencia a fin de elegir las plantas adecuadas según el clima, así como el mantenimiento de las plantas y el manejo de lodo seco.

3.4.6. Digestión anaerobia: reactor de biogás

La **digestión anaerobia**, que generalmente utiliza reactores de biogás, es un proceso que reduce la masa de lodo fecal de un 35% a un 40% a través de la degradación biológica en un entorno sin oxígeno a fin de estabilizar la materia orgánica y reducir los olores; produce biogás, una mezcla de principalmente metano y dióxido de carbono, y un residuo compacto llamado “estiércol líquido” o “digestato”.

El biogás puede tener varios usos:

- **Producción de electricidad:** una central eléctrica anexa quema biogás para producir electricidad.
- **Purificación y venta:** el metano se extrae y se comprime para su reventa.
- **Combustión y tratamiento:** una caldera quema el gas para el secado térmico de lodos, con lo que mejora el proceso de tratamiento.

Estas opciones pueden generar ingresos significativos, pero requieren grandes inversiones de capital e instalaciones de un tamaño suficiente. Asimismo, es posible instalar reactores de biogás domésticos conectados con retretes domésticos o pequeños retretes comunitarios, pero su producción de gas se destina principalmente a la cocción de alimentos en las casas y no suele ser viable desde el punto de vista comercial. Además de que los reactores reducen significativamente la masa de lodo, también constituyen un paso interesante antes de tratamientos adicionales.

Los reactores de biogás requieren buenos conocimientos técnicos sobre su instalación y funcionamiento, a fin de garantizar la seguridad al manipular un gas inflamable. Tampoco son muy adecuados para residuos sépticos de tanques sépticos que, debido a su largo tiempo de residencia, han perdido la capacidad de producir metano.



Gráfico 16: Planta de biogás en Ashaiman, Ghana © [Safisana](#)

3.4.7. Digestión aeróbica: compostaje

La **digestión aeróbica** generalmente se refiere al **compostaje**: se da cuando el lodo seco se descompone en presencia de oxígeno y adquiere unas propiedades similares a las de la tierra. En función de la calidad del proceso de tratamiento, el producto resultante se puede utilizar como acondicionador del suelo (menos valioso) o como fertilizante (más valioso). Para convertir grandes cantidades de lodo en composta es necesario controlar la temperatura y la humedad, y garantizar la ventilación mediante la rotación periódica de la pila de materiales.

El lodo seco también puede mezclarse con residuos orgánicos, un proceso conocido como “**cocompostaje**”. Para ello, lo ideal es que los residuos sólidos se separen en el origen (lo que exige un cambio de comportamiento), ya que la separación de residuos mixtos es costosa. El proceso requiere una proporción adecuada de lodo fecal y residuos orgánicos, junto con un agente de carga como el serrín o la cáscara de arroz.

Estudio de caso 8:

Planta de cocompostaje en Sakhipur (Bangladesh)

WaterAid Bangladesh ha prestado apoyo a la ciudad de Sakhipur a fin de diseñar una solución de saneamiento para toda la ciudad, que incluye pequeños camiones cisterna Vacutug y la construcción de una planta de cocompostaje. La planta recibe lodo fecal, lo seca en lechos de secado y lo mezcla con residuos orgánicos para producir composta, que posteriormente se vende a los agricultores locales. La porción líquida se trata en una planta descentralizada de tratamiento de aguas residuales. Se puede obtener más información en este [breve resumen de aprendizaje](#) y realizando una [visita virtual](#).

3.4.8. Tratamiento de líquidos

La porción líquida o efluente es todavía perjudicial y necesita ser tratada. Se puede tratar mediante el tratamiento convencional de aguas residuales, como, por ejemplo, el proceso de lodo activado (utilizado por la mayoría de las plantas de tratamiento de aguas residuales) y lagunas de estabilización de residuos (que no requieren electricidad pero sí grandes extensiones de tierra). Un recurso de ejemplo es el [manual técnico del agua Degremont](#).

Principios fundamentales

Los objetivos principales son reducir la carga orgánica y la carga de sólidos suspendidos, y también algunos de los nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, que pueden ser perjudiciales para la vida en los cursos de agua. La mayoría de los países disponen de normas de descarga para la concentración de sólidos orgánicos y suspendidos en efluentes, expresados en DBO₅, DQO o SST. También existen [directrices de la OMS](#) para la reutilización de aguas residuales tratadas para riego. Una diferencia con respecto a las aguas residuales de alcantarillado es que las concentraciones de DBO, DQO y amoníaco en el lodo fecal y los residuos sépticos son mucho más elevadas.

Hay una serie de opciones, que se presentan generalmente en este orden:

- 1. Tratamiento anaerobio**, que no necesita energía y funciona bien en efluentes de alta resistencia procedentes de lodos fecales. Se utiliza para reducir la demanda posterior de tratamiento aerobio. Se puede hacer con lagunas anaerobias (lagunas profundas) o reactores anaerobios con deflectores (tanques con varios compartimentos).
- 2. Tratamiento aerobio**, para reducir el contenido orgánico y cumplir con los estándares de descarga requeridos. Se puede llevar a cabo con lagunas facultativas (lagunas de menor profundidad), humedales artificiales (donde las raíces de las plantas ayudan a la circulación de oxígeno) u opciones de aireación mecánica, que utilizan menos tierra pero necesitan energía y más mantenimiento.

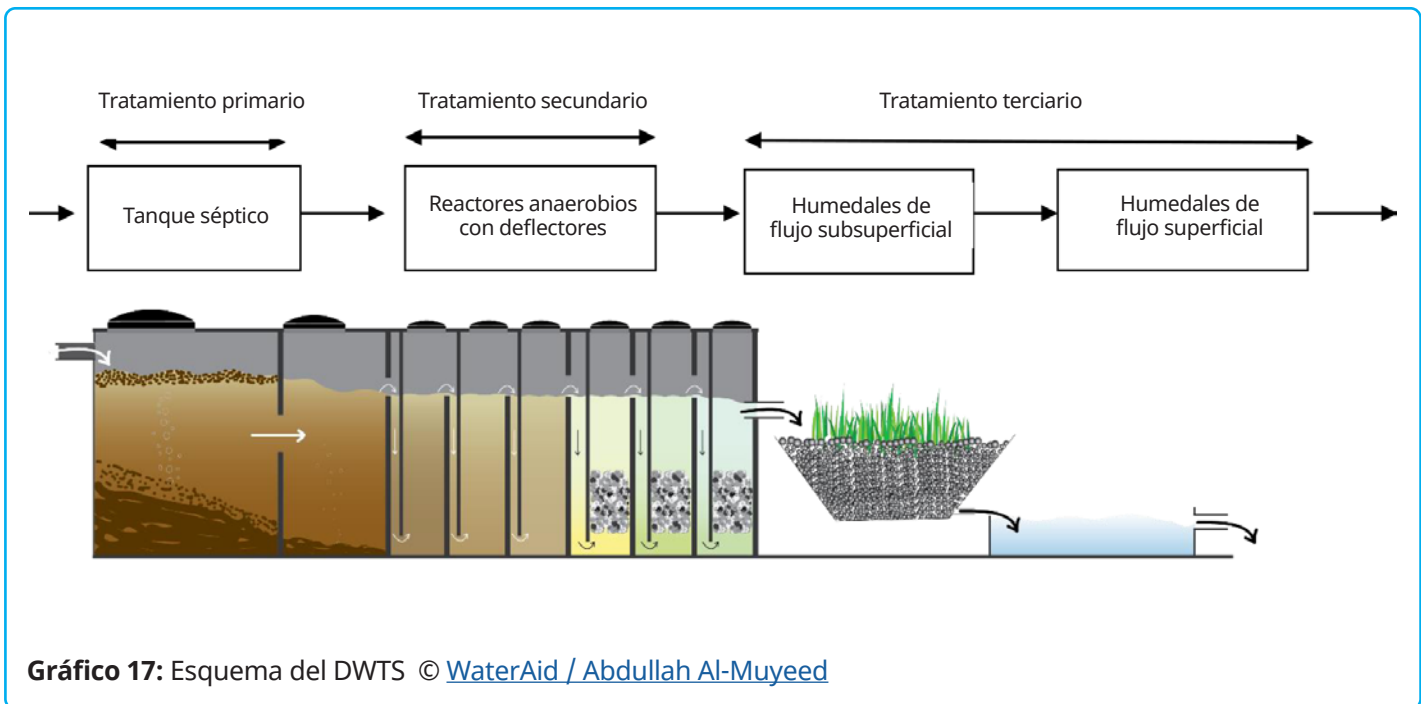


3. Reducción de patógenos y pulido, si es necesario, por ejemplo para el riego, o si la descarga se va a efectuar en un curso de agua utilizado para el baño o el consumo como bebida. Esto se puede conseguir con lagunas de maduración (que necesitan una gran superficie terrestre), o con opciones más complejas, como el tratamiento con cloro, ozono o radiación ultravioleta.

Sistema descentralizado de tratamiento de aguas residuales (DWTS)

Los DWTS son pequeñas estaciones de tratamiento diseñadas para tratar las aguas residuales y los líquidos del lodo fecal. Son una alternativa a las grandes plantas centralizadas. Un DWTS puede ser compacto, relativamente barato de instalar, y requiere poco mantenimiento y ningún aporte de energía. Esta opción de tratamiento puede ser apropiada para un grupo de hogares e instituciones (por ejemplo, escuelas o centros de salud).

Por lo general, un sistema DWTS consta de varios elementos: un tanque de sedimentación (por ejemplo, un tanque séptico, una laguna de sedimentación), un reactor anaerobio con deflectores, un filtro anaerobio y una serie de humedales artificiales. Cuando se usa para tratar la porción líquida de lodo fecal, se puede omitir el tanque séptico. Las dimensiones exactas y los tipos de instalaciones dependen de muchos parámetros, que se tratan en las [directrices técnicas de WaterAid sobre los DWTS](#).



3.4.9. Tecnologías emergentes: larvas de mosca soldado negra, pirólisis

Vale la pena estudiar algunos de los nuevos procesos de tratamiento cuando están justificados económicamente en determinadas circunstancias. Las nuevas opciones de tratamiento están actualmente en desarrollo y cuentan con la promoción de unas pocas empresas privadas, aunque todavía no han logrado reconocimiento y aceptación. También requieren conocimientos técnicos destacables y, por lo general, un alto nivel de inversión inicial. Para obtener más información, se puede consultar la [Guide to Sanitation Resource Recovery Products & Technologies](#).

Pirólisis

La pirólisis o carbonización se refiere a la quema de lodo seco a temperaturas superiores a 200 °C y poco o ningún oxígeno. Se trata de un proceso rápido que dura solo unas horas y destruye los patógenos. Produce **biochar** o biocarbón vegetal, que puede ser utilizado como acondicionador del suelo, en filtros de agua o como sustituto del carbón vegetal para cocinar o calentar. El proceso requiere un mantenimiento complejo y necesita filtrar adecuadamente los gases de escape para evitar la contaminación y los olores.

Larvas de mosca soldado negra

Este proceso se basa en las larvas de la especie de mosca *Hermetia illucens*. Estas larvas se alimentan de material orgánico en descomposición —como el lodo seco— para posteriormente alejarse de él cuando tienen que llevar a cabo la pupación. Se pueden recolectar normalmente como fuente de proteína para la alimentación animal reemplazando otras fuentes como el pescado; de esta manera se obtiene un producto de alto valor.

El proceso requiere un entorno específico (una temperatura entre 29 °C y 31 °C, humedad entre el 50% y el 70%...), largos tiempos de procesamiento y personal capacitado, lo cual hasta el momento limita su aplicación a unas pocas empresas con la experiencia necesaria.



Estudio de caso 9:

Experiencias del SNV

El SNV ha [publicado interesantes experiencias de tratamiento del lodo fecal](#), incluido el tratamiento convencional, las briquetas de combustible, larvas de mosca soldado negra, tratamiento descentralizado de aguas residuales, producción de biogás y zanjas profundas.

4. Aspectos institucionales, de gestión y financieros

Garantizar una gestión segura del saneamiento para todos es un desafío inmenso. El costo global que supone alcanzar la meta 6.2, relativa al saneamiento, de los ODS [se estimó en 2018](#) en 20.000 millones de dólares estadounidenses al año solamente para el saneamiento básico y en 50.000 millones de dólares estadounidenses para el saneamiento gestionado de forma segura, lo que representa más de cuatro veces las inversiones existentes. Hay [muchas causas subyacentes](#), entre ellas, la escasa priorización política, un financiamiento inadecuado, la limitación de capacidad, unas disposiciones institucionales poco sólidas, y funciones y responsabilidades mal definidas. Se trata de puntos débiles de los que adolecen los sistemas de agua, saneamiento e higiene (ASH) (véase el gráfico siguiente).

Esta sección gira en torno a lo que debe existir para ofrecer servicios de MLF inclusivos y sostenibles; para ello, valora los aspectos siguientes:

1. El **costo** de dichos servicios y las posibles fuentes de **ingresos**.
2. Cómo pueden funcionar estos flujos financieros en **modelos empresariales** prácticos.
3. Cómo se definen las funciones institucionales, las responsabilidades y los acuerdos de gobernanza en los **modelos de gestión**, las **disposiciones institucionales** y los **marcos reguladores**.
4. Algunos requisitos previos para la acción, como la **creación de prioridades políticas**, la buena **planificación** y el **monitoreo** posterior, y las funciones que desempeña WaterAid respecto a estos.



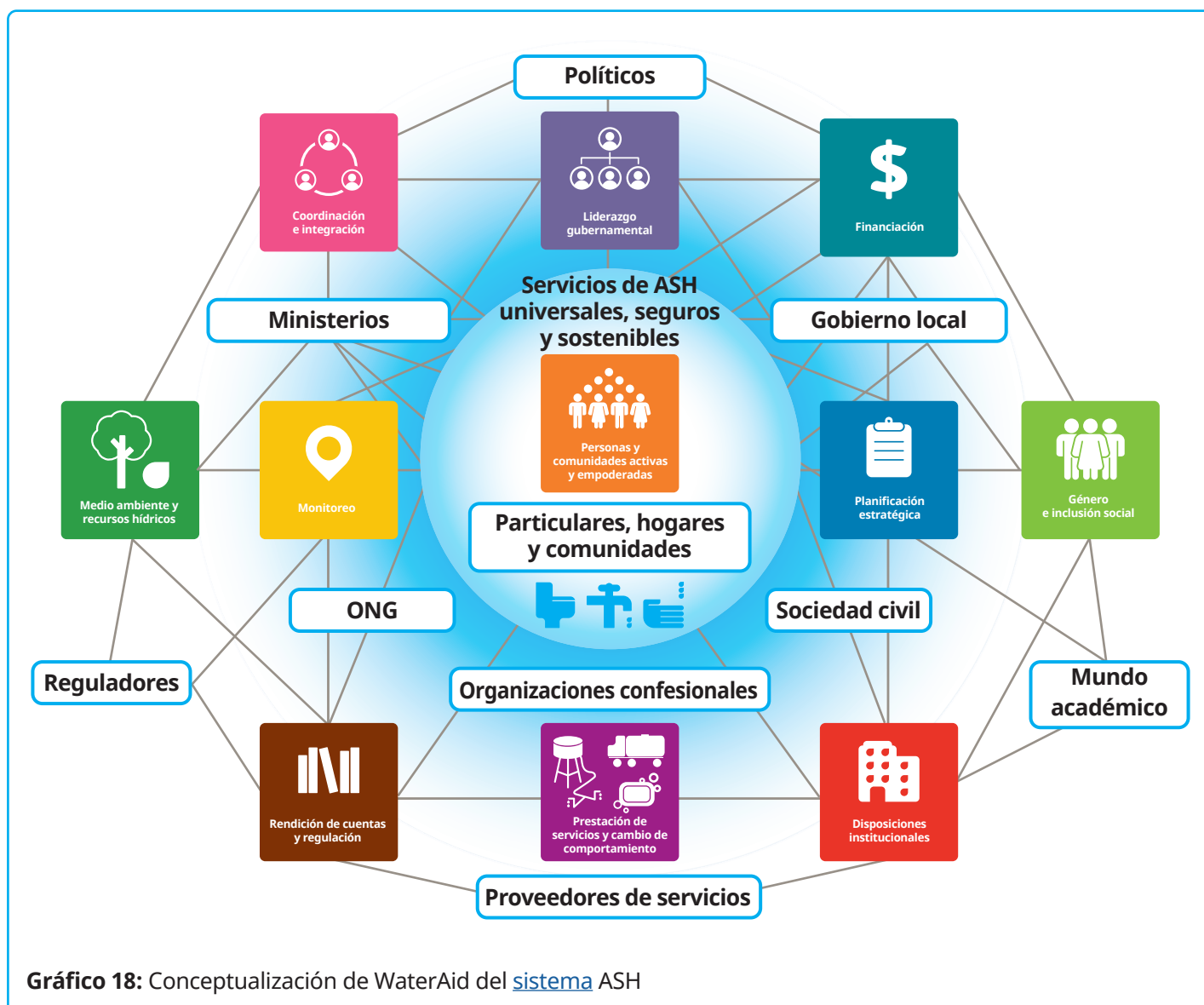


Gráfico 18: Conceptualización de WaterAid del sistema ASH

4.1. Financiamiento

4.1.1. Gastos

La elección de la cadena de MLF se ve afectada por los costos a corto y largo plazo. Es importante entender el costo a largo plazo de los diferentes enfoques o soluciones para evaluar si el modelo de negocio y las fuentes de financiamiento cubren los costos. El costo de una iniciativa de MLF se puede evaluar mediante la metodología de cálculo de costos del ciclo de vida, que divide el gasto en los siguientes componentes, aplicables tanto a tecnologías como a servicios:

- **Gastos de capital (CapEx)**, como, por ejemplo, la compra de camiones y equipos de vaciado y la construcción de plantas de tratamiento, pero también los costos iniciales de diseño, capacitación y consulta.
- **Gastos de mantenimiento de capital (CapManEx)**, para renovar o reemplazar activos, dependiendo de su vida útil prevista. Este es a menudo el componente que más se pasa por alto, lo que provoca servicios no funcionales (p. ej., averías en los camiones).

- **Gastos operativos (OpEx)**, incluidos los costos de operación de las plantas y los vehículos (combustible, energía, equipos de protección o productos químicos, entre otros), mantenimiento rutinario, salarios del personal, etc.
- **Gastos de apoyo directo**, incluido el apoyo técnico, el monitoreo continuo, las licencias, etc.
- **Gastos de apoyo indirecto**, tales como la formulación de políticas, la reglamentación, la elaboración de informes, etc.

Estas rúbricas también pueden incluir los **subsidios** necesarios para garantizar que todo el mundo pueda tener acceso asequible y equitativo a los servicios; por ejemplo, cupones para servicios de vaciado, descuentos en facturas, etc.

Para evaluar estos costos, el Banco Mundial ha desarrollado una [herramienta de cálculo de costos para el Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad \(CWIS\)](#) que compara varias cadenas; el [proyecto de investigación CACTUS](#) también compara los costos de numerosas cadenas.

Véase también: [Orientación de WaterAid sobre el costo del ciclo de vida de los servicios de saneamiento rural.](#)

Estudio de caso 10:

Comparación de los costos de alcantarillado y MLF

Un [estudio realizado en 2012](#) se centró en Dakar, donde coexisten tanto el alcantarillado como el MLF, y calculó tanto los costos anuales de capital como los operativos. Los resultados mostraron una tendencia conocida: los costos de MLF son alrededor de 5 veces inferiores que los de alcantarillado; sin embargo, los hogares pagan casi 5 veces más por servicios de MLF y los servicios públicos casi 30 veces menos. Esta situación se debe a menudo a la forma en que se subsidian los servicios de saneamiento. Las nuevas instalaciones de alcantarillado y su mantenimiento o reemplazo a menudo se sufragan con fondos del gobierno central, y estos costos no se suelen incluir en lo que debería estar cubierto por las facturas de los clientes. Respecto a los sistemas de saneamiento sobre el terreno, con frecuencia existe la expectativa (poco realista) de que la mayor parte de los costos deberían recuperarse con las tarifas a escala local.

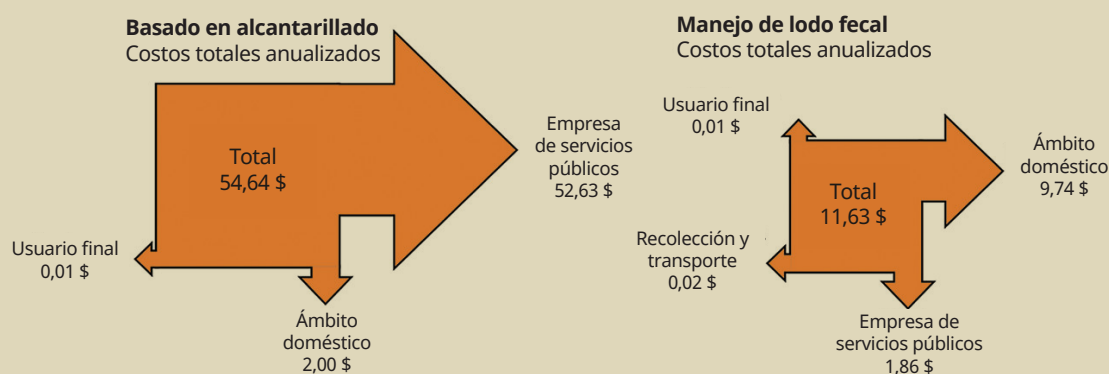


Gráfico 19: Comparación de los costos generales y quién los paga © ACS





4.1.2. Ingresos

Los flujos de financiamiento que habitualmente se relacionan con el MLF incluyen:

- **Tarifas:**
 - **Recargos en las facturas del agua**, que se utilizan habitualmente para el alcantarillado, ya que el uso del agua es a menudo proporcional a la producción de aguas residuales; por ejemplo: [Maputo](#), [Ga West](#).
 - **Tasas de recolección o vaciado** para vaciar pozos y tanques sépticos, que se suelen cargar a los residentes directamente y pueden incluir subsidios; por ejemplo: [Kampala](#).
 - **Derechos de licencia**, pagados por empresas de vaciado, transporte y tratamiento con autorización para operar.
 - **Tasas de eliminación** para la descarga de lodo en las plantas de tratamiento; normalmente las sufragan vaciadores de letrinas y se incluyen en sus tarifas de vaciado.
 - **Ventas** de productos de reutilización como, por ejemplo, composta, biochar, electricidad de biogás, etc.
- **Impuestos**, y especialmente impuestos locales a la propiedad como, por ejemplo, en [Ghana](#).
- **Transferencias** del gobierno central y de los socios para el desarrollo.

Más allá de este sencillo desglose, la asignación de flujos de ingresos a componentes de costos específicos puede variar considerablemente en función de los modelos de gestión y la regulación. Por ejemplo, generalmente se espera que los servicios públicos recuperen los costos operacionales a partir de las tarifas, pero cada vez es más frecuente que las inversiones de capital a gran escala se paguen mediante transferencias; a su vez, estas pueden ser facilitadas por los bancos de desarrollo en forma de préstamos. Si bien el financiamiento de los servicios de ASH va más allá del alcance de esta guía, WSUP y ESAWAS han publicado un [documento de utilidad sobre el abastecimiento y el financiamiento del saneamiento urbano](#).

[Véase también el estudio de WaterAid sobre las finanzas municipales para el saneamiento urbano en Asia Meridional.](#)

4.2. Modelos de negocio

Para garantizar que el saneamiento gestionado de forma segura sea sostenible, deben cubrirse tanto los gastos de capital como los gastos recurrentes. Las diferentes formas de organizar estos flujos financieros y las actividades asociadas constituyen un modelo de negocio, implementado por una institución pública o por una privada.

Un recurso clave es la publicación [Business models for Fecal Sludge Management](#), que describe algunos modelos de negocio existentes mediante el [lienzo de modelos de negocio](#). Este lienzo es una plantilla estándar. En ella se parte de una propuesta de valor (las principales formas de generar valor para las personas) y se valora quiénes son los principales clientes y cómo llegar a ellos, cuáles son las principales actividades, quiénes son las partes interesadas y, por consiguiente, cuáles serán los costos y los flujos de ingresos.

El análisis de este recurso muestra que algunos elementos de la cadena de saneamiento pueden ser rentables, como el vaciado de pozos o la venta de productos derivados; no obstante, toda la cadena tiende a sufrir pérdidas si no hay subsidios. Por lo tanto, incluso si algunos aspectos se delegan en agentes privados, la intervención pública sigue siendo necesaria para garantizar una gestión segura.

A continuación se ofrece un modelo genérico que muestra cuatro posibles propuestas de valor codificadas por colores. El texto sin color representa todas las propuestas de valor.

Socios clave	Actividades clave	Propuestas de valor	Relaciones con los clientes	Segmentos de clientes
<ul style="list-style-type: none"> Municipio y autoridades locales 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección y transporte de LF 	<ul style="list-style-type: none"> PV1: Vaciado seguro y transporte de LF 	<ul style="list-style-type: none"> Prestación de servicios Contrato del municipio 	<ul style="list-style-type: none"> Residentes Empresas Municipio
<ul style="list-style-type: none"> Proveedores de tecnología Instituciones financieras 	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento de LF (secado y eliminación) 	<ul style="list-style-type: none"> PV2: Tratamiento de LF para una eliminación segura 	<ul style="list-style-type: none"> Licencia para operar y contratar con objetivos de desempeño 	<ul style="list-style-type: none"> Municipio
<ul style="list-style-type: none"> Organizaciones comunitarias Instituciones de I+D (por ejemplo, universidades locales) 	<ul style="list-style-type: none"> Recolección de residuos orgánicos y LF Producción de cocomposta Venta y comercialización de composta 	<ul style="list-style-type: none"> PV3: Producción de composta de alta calidad (mejoramiento del suelo) 	<ul style="list-style-type: none"> Distribuidores Venta directa de composta 	<ul style="list-style-type: none"> Agricultores Departamento de Parques Municipales Departamento de Agricultura Agrosilvicultura Sector de los fertilizantes
	<ul style="list-style-type: none"> Producción del biogás Venta de electricidad 	<ul style="list-style-type: none"> PV4: Servicio de energía fiable y renovable 	<ul style="list-style-type: none"> Contrato de compra de energía 	<ul style="list-style-type: none"> Residentes Pequeñas empresas Red eléctrica
	<ul style="list-style-type: none"> Relaciones con los clientes 			
	Recursos clave <ul style="list-style-type: none"> Tecnología, equipos Mano de obra Finanzas Licencia y contratos de recolección de residuos 		Canales <ul style="list-style-type: none"> Directo Municipio Boca a boca Folletos / Medios de comunicación Distribuidores 	
Estructura de costos		Flujos de ingresos		
<ul style="list-style-type: none"> Costo de capital (construcción, camiones, equipos, etc.) Costos de funcionamiento y mantenimiento (mano de obra, materias primas, servicios públicos, ventas y mercadotecnia, licencias, etc.) Pagos de intereses 		<ul style="list-style-type: none"> Tarifas de vaciado, contratos mensuales Tarifas de eliminación de LF, impuestos de saneamiento, apoyo presupuestario para el funcionamiento y mantenimiento Venta de composta Venta de energía 		

Gráfico 20: Lienzo de modelo de negocio genérico para MLF, basado en [esta guía](#). El texto sin sombreado se aplica a todas las propuestas de valor.

La página siguiente muestra elementos comunes de modelos de negocio, reflejados a lo largo de la cadena de saneamiento, junto con el flujo de productos (rojo) y finanzas (azul), y algunos ejemplos de relaciones (verde).

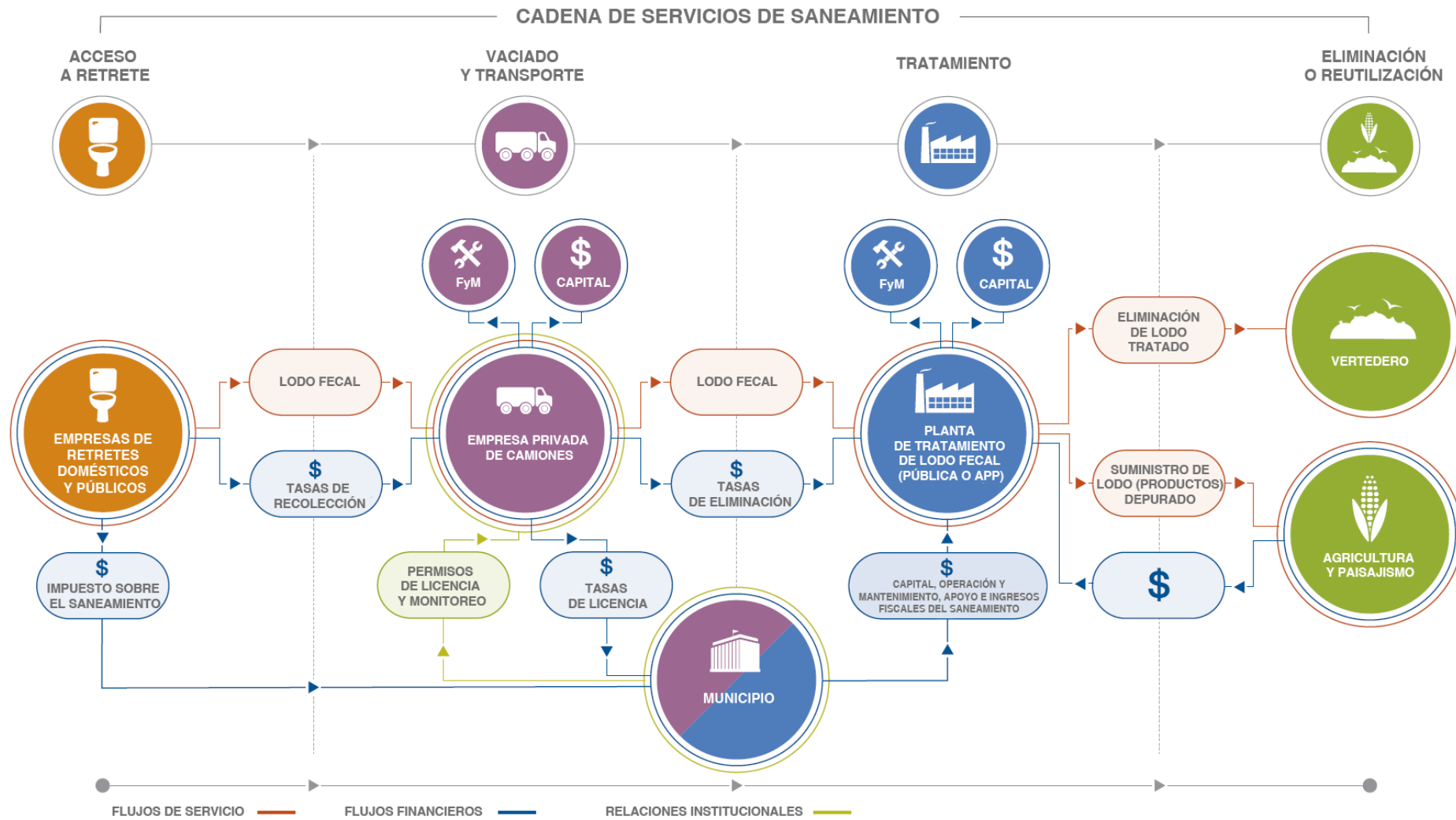


Gráfico 21: Elementos comunes en modelos de negocio para el MLF © CGIAR / IMWI

4.3. Modelos de gestión



Los modelos de gestión definen las funciones y responsabilidades de los diferentes agentes involucrados en las cadenas de saneamiento. WaterAid ya ha estudiado [modelos de gestión para el suministro de agua corriente](#). Para ello, se ha fijado en los diferentes agentes responsables de las políticas, la prestación de servicios, la regulación, el monitoreo, la rendición de cuentas, etc. Se trata de un tema extenso, asociado al perfil sociodemográfico, las prácticas existentes, las costumbres y la gobernanza. Por lo tanto, no existe un único modelo “correcto”.

En África Meridional, también hemos estudiado modelos de gestión para el saneamiento, que estarán disponibles en un informe que se publicará próximamente. A continuación se muestra un diagrama que ofrece una descripción general de los diferentes modelos de gestión observados:

	Gestión en hogares	Gobierno local	Gran empresa de servicios públicos	Operadores privados	
Modelo de gestión	Los hogares gestionan su retrete con poco o ningún apoyo externo	El gobierno local desempeña funciones directas en toda la cadena	Una gran empresa pública o privada de servicios públicos desempeña funciones en toda la cadena	Vaciado por operadores informales, vertidos indiscriminados	Operadores formales para el vaciado y transporte
Normativa y supervisión	Normas de construcción y vivienda	Ministerio o autorregulación informal	Regulador independiente o ministerio	A veces licencias por parte del gobierno local	Supervisión del gobierno local, concesión de licencias
Retrete y contención	Construido y mantenido por los hogares. Proveedores privados utilizados para la construcción, excavación y suministro de materiales. Los inquilinos dependen de los dueños de la propiedad				
Vaciado y transporte	Hogar (cubrir y trasladar)	Gobierno local	Empresa de servicios públicos (p. ej., explotación de grandes plantas y flotas de camiones)	Operadores informales (bombas pequeñas)	Operador privado formal (camiones)
Tratamiento, reutilización, eliminación	Hogar (reutilización de abono EcoSan)			Varía	Gobierno local o servicio público

Tabla 2: Ejemplos de modelos de gestión para el saneamiento en África Meridional

4.3.1. Modelos de gestión habituales

Estos son los principales modelos de gestión del saneamiento:

Gestión en hogares

Esto se aplica a los retretes que no necesitan servicios de vaciado, como los que cuentan con tratamiento sobre el terreno (sección 3.2.3: doble pozo, EcoSan...) y cuando los pozos pueden cubrirse con seguridad una vez llenos, más comunes en las zonas rurales. Suele estar regulado en los códigos de construcción y vivienda.

Gestión pública

En este caso, el gobierno gestiona toda la cadena de MLF, desde la recolección hasta el tratamiento y la reutilización a por medio de agentes públicos, como municipios o empresas de servicios públicos, que pueden operar a escala nacional o subnacional.

Estudio de caso 11:

Malasia: Vaciado programado

En la década de 1990, Malasia proyectó cómo sería el “saneamiento ideal”. En aquel entonces el acceso al agua mejoró drásticamente, lo que generó más aguas residuales que requerían tratamiento y mayor contaminación en los ríos. Las autoridades crearon en 1993 el [Indah Water Consortium \(IWK\)](#) para hacerse cargo de la prestación de servicios de saneamiento a escala nacional, incluido el MLF. Entre las medidas que ha llevado a cabo el IWK, se encuentran:

- Desarrollar un tanque séptico estandarizado, que, sin embargo, no consiguió aumentar la demanda de vaciado.
- Crear un mecanismo de “vaciado programado”, mediante el cual todas las tanques sépticos se vacían cada dos años. Esta acción fue financiada mediante un recargo en el precio del agua como parte del impuesto local.
- Instalar mejores plantas de tratamiento con aumentos graduales de capacidad.
- Crear un órgano regulador independiente para garantizar el cumplimiento de los objetivos públicos.

Alianzas público-privadas

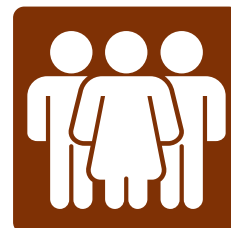
Algunos de los servicios de MLF pueden ser prestados por operadores privados, mediante una amplia variedad de acuerdos contractuales. La tabla siguiente, adaptada del [“Public-Private Partnership \(PPP\) Handbook”](#) del Banco Asiático de Desarrollo, compara algunas alianzas público-privadas que se utilizan en el ámbito del saneamiento:

Tipo de alianza público-privada	Contrato de servicios	Gestión delegada	Alquiler Contrato / Arrendamiento	Concesión	Construir-Operar-Transferir
Alcance	Contratar muchos servicios de apoyo (lectura de contadores, facturación, etc.)	Delegar a un proveedor privado la gestión de todas las operaciones o de un componente principal	Contratar a un proveedor privado para la gestión, las operaciones y renovaciones específicas	El proveedor privado es responsable de todas las operaciones y de inversiones específicas	Inversión en / operación de un componente principal; p. ej., planta de tratamiento
Duración	De 1 a 3 años	De 2 a 5 años	De 10 a 15 años	De 25 a 30 años	Varía
Propiedad de activos	Pública	Pública	Pública	Pública / Privada	Privada / Pública
Responsabilidad de operación y mantenimiento	Pública	Privada	Privada	Privada	Privada
Riesgo comercial	Público	Público	Compartido	Privado	Privado
Finanzas:					
Inversión de capital	Pública	Pública	Pública	Privada	Privada
Inversiones en mantenimiento	Públicas	Públicas / Privadas	Varían	Privadas	Privadas
Condiciones de compensación	Precios unitarios	Tasa fija con incentivos de rendimiento	Parte de ingresos de tarifas	Todo o parte de los ingresos de tarifas	En su mayoría fijas
Competencia	Intensa y continua	Solo una vez; los contratos no suelen renovarse	Solo contrato inicial; los contratos subsiguientes generalmente negociados	Solo contrato inicial; los contratos subsiguientes generalmente negociados	Solo una vez; a menudo se negocian sin competencia directa
Ejemplos		Kumasi, Naivasha	Muchas plantas de tratamiento de aguas residuales	PTLF en Dakar	

Tabla 3: Comparación de las alianzas público-privadas utilizadas en el saneamiento

Una norma, como se señala en la [revisión de WaterAid sobre la funcionalidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales](#), es que la operación por parte del sector privado es tan eficaz como lo es la capacidad de regulación del sector público. Con buenos niveles de regulación, monitoreo, rendición de cuentas y cumplimiento se puede realizar un seguimiento del desempeño de los contratistas privados respecto a criterios de asequibilidad, equidad, sostenibilidad y transparencia.

Si la capacidad de las instituciones públicas es deficiente, a menudo estas no pueden prestar servicios, y los pequeños empresarios desempeñan este papel de manera informal. Este suele ser el caso de los servicios de vaciado. Cuando esto ocurre, es útil fomentar un entorno propicio, como el desarrollo gradual de la normativa para que estas empresas puedan crecer y proporcionar servicios fiables y asequibles. Water for People publicó una [guía sobre cómo crear un entorno propicio](#); asimismo, WSUP ha documentado este modelo de gestión en [Kisumu](#).



Estudio de caso 12:

Dakar: Estructura del mercado de los camiones cisterna de lodos

En Dakar (Senegal), el volumen de lodo fecal estaba aumentando y los servicios de vaciado no podían satisfacer la demanda. El vaciado manual no era seguro y el vaciado mecánico se hacía con camiones obsoletos que a menudo se averiaban. La Oficina Nacional de Saneamiento del Senegal (ONAS, por sus siglas en francés) comenzó a centrarse cada vez más en el saneamiento sobre el terreno. Desde 2006, la ONAS ha instalado varias plantas de tratamiento y ha mejorado la normativa del mercado de vaciado, donde los precios solían estar inflados. Se creó un centro de atención al cliente para distribuir la demanda de servicios de vaciado, controlar los precios y utilizar un fondo de garantía a fin de permitir que los vaciadores privados renovasen sus camiones. Se implicó a vaciadores de letrinas para probar tecnologías innovadoras, como el procesador Omni, y promover su visibilidad en los medios nacionales.

4.3.2. Marco regulador

Es importante contar con un marco regulador nacional por los motivos siguientes:

- Definición de las funciones y responsabilidades de los diferentes agentes a lo largo de la cadena de saneamiento, incluido el MLF.
- Descripción de un objetivo para el saneamiento, junto con el Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad (CWIS) (sección 2.3.1), como principios rectores.
- Descripción de los procesos estratégicos y de planificación para lograr dicho objetivo.
- Identificación de las posibles opciones de servicio, tecnologías y estándares.
- Descripción de las modalidades de financiamiento.
- Explicación de la rendición de cuentas y de cómo se supervisará el progreso y el desempeño; por ejemplo:
 - Metas respecto a la cobertura
 - Normas de calidad y seguridad, incluidos los procedimientos operativos estándar
 - Mecanismos establecidos para dar servicio a los grupos de población más excluidos
 - Incentivos para que los proveedores de servicios amplíen la cobertura
 - Sanciones por desempeño deficiente o incumplimiento
 - Mecanismos de regulación de precios
 - Integración de proveedores de servicios informales
 - Capacidad de respuesta a las diversas necesidades demográficas y sociales de la población

ESAWAS cuenta con [publicaciones de gran utilidad](#) que pueden contribuir al diseño de marcos reguladores para el saneamiento.

Varios países han desarrollado dichos marcos, a menudo en colaboración con la sociedad civil, los socios para el desarrollo y el mundo académico:

Estudio de caso 13:

Marco regulador del saneamiento sobre el terreno en Zambia

En 2016, tras los compromisos nacionales y el apoyo de los donantes, se amplió el mandato del Consejo Nacional de Agua y Saneamiento ([NWASCO](#), por sus siglas en inglés) de Zambia más allá del alcantarillado urbano para incluir el saneamiento rural y el saneamiento sobre el terreno. Mediante este mandato se formuló un [marco nacional de MLF](#) tras consultar a autoridades, empresas de servicios públicos, ONG y los principales agentes del sector privado. El marco esclarecía las funciones y responsabilidades, y ofrecía varios modelos de gestión para los servicios públicos y privados. El NWASCO trabajó posteriormente en la definición de guías de concesión de licencias, estrategias de fijación de precios, evaluaciones de la capacidad, etc.

Asimismo, el NWASCO identificó las [lecciones aprendidas](#) a través de este proceso: entre los temas clave se incluía aclarar las funciones de varios organismos y definir las normas y los reglamentos aplicables; el proceso se basaba en gran medida en datos y estudios anteriores y en el compromiso con organizaciones muy diversas.

Estudio de caso 14:

Marco para el MLF en Bangladesh

En Bangladesh ya no existe la defecación al aire libre. Actualmente, el país aborda el reto de la "segunda generación" del saneamiento gestionado de forma segura, en particular a través del MLF. Después de consultas con las autoridades locales, el Gobierno de Bangladesh elaboró un [marco regulador para el MLF](#) en 2017. El marco se divide según las regiones geográficas: Dhaka, corporaciones municipales, pourashavas (municipios más pequeños) y zonas rurales. Asimismo, definía claramente la responsabilidad del MLF atribuyéndola explícitamente al gobierno local, junto con el apoyo técnico de un organismo central.

Esto vino acompañado de un [programa de difusión](#) dirigido por la Red Internacional de Capacitación de la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Bangladesh, con el fin de capacitar al personal en instituciones seleccionadas y fomentar el liderazgo local. Se han elaborado planes de acción para el MLF en función de la situación local y de las tecnologías apropiadas.



4.4. Priorización política

En esta sección se describen los procesos que pueden ayudar a mejorar el MLF. En comparación con otras infraestructuras e inversiones públicas, el progreso en materia de saneamiento está mal encaminado con respecto a los ODS, ya que a menudo no recibe la prioridad que merece. El MLF se suele contemplar como una solución temporal hasta que se pueda instalar el alcantarillado. Es preciso cambiar esta percepción.

Estudio de caso 15:

Una historia de ciudades limpias: factores que impulsan el progreso

En este estudio se valoraron las mejoras en saneamiento de San Fernando (Filipinas), Visakhapatnam (India) y Kumasi (Ghana). Los factores habituales que impulsaron el progreso fueron los defensores del saneamiento a escala municipal, la influencia política nacional, las consideraciones económicas y el apoyo de los socios para el desarrollo.

Las nuevas oportunidades conllevaron progresos. La planificación del saneamiento de las ciudades no era un factor determinante clave, si bien los ejercicios de planificación contribuyeron de manera significativa, por ejemplo, mediante la definición del ambicioso objetivo de conseguir una ciudad limpia. Hubo diversas contribuciones positivas, que dependieron del nivel de desarrollo del saneamiento en la ciudad. De la investigación se desprendió que el desarrollo del saneamiento podría estructurarse en tres fases: piloto, consolidación y expansión en toda la ciudad. Por otra parte, a fin de maximizar su contribución, los enfoques para la planificación del saneamiento de las ciudades podrían adaptarse a estas fases y a las oportunidades políticas.

No existe un enfoque único para promover la voluntad política; WaterAid ha intentado varias estrategias, como las siguientes:

- **Trabajar de manera persistente junto con organizaciones de la sociedad civil y comunidades** para aprender de sus esfuerzos e involucrar a funcionarios locales, como en [Sakhipur \(Bangladesh\)](#).
- **Realizar evaluaciones** (a través de SFD y estudios de [mayor alcance](#)) a fin de revelar el alcance del saneamiento que se gestiona de forma deficiente. Esto a menudo conduce a debates con las autoridades que pueden ayudar a centrar la atención sobre problemas reales; asimismo, los medios de comunicación pueden hacerse eco de los resultados.
- **Participar en la planificación de toda la ciudad** con autoridades y expertos (como en [Lusaka](#), [Kinshasa](#), [Lagos](#) y [Maputo](#) a través de una asociación formada por arquitectos y planificadores).
- **Realizar proyectos pilotos** para demostrar posibles tecnologías, modelos de negocio y modelos de gestión, como [con los vaciadores de pozos en Dar es Salaam](#).
- **Apoyar la reforma de las empresas de servicios públicos**, especialmente a través de la [capacitación de especialistas](#) e [intercambios entre pares](#), para que puedan invertir en saneamiento y ampliar los servicios a las zonas excluidas.
- **Apoyar las reformas sectoriales**, por ejemplo, mediante la participación en la [elaboración del marco regulador del MLF](#) en Bangladesh.
- **Visitas de intercambio** entre ciudades y entre países, en las que se presenten proyectos de éxito a funcionarios y profesionales y con las que se favorezca el aprendizaje entre pares.



Estudio de caso 16:

Promoción de la voluntad política en Sakhipur (Bangladesh)

WaterAid Bangladesh ayudó a construir una planta de cocompostaje en la pequeña ciudad de Sakhipur, en Bangladesh. El alcalde se ha convertido en un defensor del saneamiento, y aboga firmemente por el MLF y por soluciones como las de Sakhipur. Asimismo, ha mencionado sus visitas al extranjero como inspiración para conseguir una ciudad limpia y respetuosa con el medio ambiente. Por otra parte, ha organizado visitas de aprendizaje y se ha convertido en un aliado útil en la aplicación del MLF en todo el país. En resumen, es un gran ejemplo de lo que debe ser un defensor del saneamiento municipal. El trabajo realizado entre bastidores por WaterAid y la ONG local BASA desde 2012 también ayudó a fomentar este liderazgo. El trabajo ha incluido:

- Viajes del alcalde y el personal municipal a otros lugares a fin de “sembrar ideas”
- La financiación por parte de WaterAid de algunos elementos de la cadena del saneamiento de manera anticipada, como una inversión hacia la propiedad municipal a la que se aspira

El apoyo del alcalde fue importante para obtener los terrenos para alojar la planta, una iniciativa que tuvo que hacer frente a una oposición persistente: en especial, los residentes no querían que la planta se construyera cerca de ellos, y principalmente se mostraban preocupados por la emisión de olores. Incluso contando con la voluntad del municipio, se tardó dos años en conseguir el terreno. Se puede obtener más información en estas [notas de aprendizaje](#).

5. Recursos útiles



5.1. Recursos clave

- IWA y EAWAG, [Manejo de Lodos Fecales: Un enfoque sistémico para su implementación y operación](#), 2014: también conocido como “el libro del MLF”, es una guía completa acerca del MLF que cubre aspectos técnicos, institucionales y programáticos.
- OMS, [Guías para el saneamiento y la salud](#), 2018
- WSUP, [“Urban programming guide”](#), 2014: directrices generales para ver cómo el MLF encaja en el trabajo urbano general

5.2. Recursos técnicos

- EAWAG, [Compendio de sistemas y tecnologías de saneamiento](#), 2.ª edición, 2014, acompañado por el [compendio digital](#) en línea: una práctica referencia técnica que dirige a documentos más especializados.
- FSM Alliance, [“A Practical Guide to Available Pit-Emptying Technologies”](#), 2022
- Kevin Tayler, [Faecal sludge and septage treatment: a guide for low- and middle-income countries](#), 2018: escrita por un experto de renombre, esta guía es excelente para consultar un diseño técnico detallado del tratamiento.
- [Guide to Sanitation Resource Recovery Products & Technologies](#), 2021: un excelente recurso para medir la variedad de productos de reutilización, su madurez y las tecnologías de tratamiento que los pueden producir.
- CAWST, [Resúmenes técnicos sobre gestión de lodos fecales](#), 2015

5.3. Recursos de WaterAid

- [“Faecal sludge management landscape in South Asia”](#), 2019
- [Technical guidelines for designing a decentralised wastewater treatment system](#), 2017
- [Comparación de herramientas y enfoques sobre el saneamiento urbano](#), 2016
- [“Una historia de ciudades limpias: perspectivas para planificar el saneamiento urbano de Ghana, la India y Filipinas”](#), 2016
- [“Water Supply Service Options Feasibility Assessment”](#): una herramienta interna para orientar el proceso de selección, actualmente para el agua pero también relevante para el saneamiento.

5.4. Cursos de capacitación

- [Introduction to Faecal Sludge Management](#) en Coursera: curso de 11 horas que cubre los aspectos básicos y se centra en las tecnologías.
- [Planning and Design of Sanitation Systems and Technologies](#) en Coursera.
- CAWST organiza periódicamente sesiones de capacitación presenciales de [introducción al manejo de lodo fecal](#); consulte la programación.
- El Centre for Science and Environment (CSE) en la India imparte [cursos de capacitación](#) sobre saneamiento sobre el terreno, algunos al personal de WaterAid.

Acrónimos



APP	Alianza público-privada
ASH	Agua, saneamiento e higiene
CACTUS	Climate And Costs in Urban Sanitation
CapEx	Gastos de capital
CapManEx	Gastos de mantenimiento de capital
CBS	Saneamiento basado en contenedores (del inglés Container-based sanitation)
CBSA	Container-Based Sanitation Alliance
CLUES	Community-led Urban Environmental Sanitation Planning
CSE	Centre for Science and Environment (India)
CWIS	Saneamiento Inclusivo para Toda la Ciudad (del inglés City-Wide Inclusive Sanitation)
DBO	Demanda biológica de oxígeno (DBO5: a los cinco días)
DQO	Demanda química de oxígeno
DWTS	Sistema descentralizado de tratamiento de aguas residuales (del inglés Decentralised Wastewater Treatment System; también: DWATS)
EAWAG	Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuáticas
ECAM	Evaluación y Monitoreo del Desempeño Energético y de las Emisiones de Carbono
EPP	Equipo de protección personal
ESAWAS	Eastern and Southern Africa Water and Sanitation Regulators Association
FyM	Funcionamiento y mantenimiento
IWK	Indah Water Consortium (Malasia)
JMP	Programa Conjunto de Monitoreo
LF	Lodo fecal
MLF	Manejo de lodo fecal
NWASCO	Consejo Nacional de Agua y Saneamiento (organismo regulador de Zambia)
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONAS	Office National de l'Assainissement du Sénégal
OpEx	Gastos operativos
PSS	Planificación de la Seguridad del Saneamiento
PTLF	Planta de tratamiento de lodo fecal
SFD	Diagrama de flujo de excretas / Diagrama de flujo de desechos fecales
SSDO	Sanitario seco con desviación de orina
SST	Sólidos suspendidos totales
WSUP	Water and Sanitation for the Urban Poor

Índice de gráficos, tablas y estudios de casos



Gráficos

Gráfico 1: Niveles de saneamiento en los países de WaterAid en 2020	5
Gráfico 2: Cadenas de saneamiento posibles	6
Gráfico 3: La cadena de saneamiento	7
Gráfico 4: El SFD de Kampong Chhnang en 2018	11
Gráfico 5: Diagrama de retrete de doble pozo	20
Gráfico 6: Diagrama de sanitario seco con desviación de orina	21
Gráfico 7: las tres cámaras del biorretrete	22
Gráfico 8: Esquema de un retrete con evapotranspiración	22
Gráfico 9: Esquema de un tanque séptico	23
Gráfico 10: La cadena del CBS	24
Gráfico 11: Trabajadores de saneamiento en Dar es Salaam (Tanzanía) con una bomba Gulpe	26
Gráfico 12: Procesos habituales de una PTLF	30
Gráfico 13: Vista de un tanque de sedimentación y espesamiento	32
Gráfico 14: Diagrama de un lecho de secado sin plantas	33
Gráfico 15: Diagrama de un lecho de secado con plantas	33
Gráfico 16: Planta de biogás en Ashaiman	34
Gráfico 17: Esquema del DWTS	36
Gráfico 18: Conceptualización de WaterAid del sistema ASH	39
Gráfico 19: Comparación de los costos generales y quién los paga	40
Gráfico 20: Lienzo de modelo de negocio genérico para MLF	42
Gráfico 21: Elementos comunes en modelos de negocio para el MLF	43

Tablas

Tabla 1: Ejemplo de tasas de acumulación de lodos	19
Tabla 2: Ejemplos de modelos de gestión para el saneamiento en África Meridional	44
Tabla 3: Comparación de las alianzas público-privadas utilizadas en el saneamiento	45

Estudios de casos

Estudio de caso 1: Un análisis de toda la ciudad (Nigeria)	12
Estudio de caso 2: Creación conjunta de un plan de saneamiento e higiene en Babati (Tanzanía)	13
Estudio de caso 3: Lecciones aprendidas de la construcción de plantas de tratamiento de lodo fecal en Bangladesh	14
Estudio de caso 4: Ecorretretes por WaterAid India	22
Estudio de caso 5: Trabajadores sanitarios: salud, seguridad y dignidad	25
Estudio de caso 6: Experiencia de WaterAid Tanzania con la bomba Gulper	27
Estudio de caso 7: Ejemplos de estaciones de transferencia de Maputo	28
Estudio de caso 8: Planta de cocompostaje en Sakhipur (Bangladesh)	35
Estudio de caso 9: Experiencias del SNV	37
Estudio de caso 10: Comparación de los costos de alcantarillado y MLF	40
Estudio de caso 11: Malasia: Vaciado programado	45
Estudio de caso 12: Dakar: Estructura del mercado de los camiones cisterna de lodos	46
Estudio de caso 13: Marco regulador del saneamiento sobre el terreno en Zambia	47
Estudio de caso 14: Marco para el MLF en Bangladesh	47
Estudio de caso 15: A Una historia de ciudades limpias: factores que impulsan el progreso	48
Estudio de caso 16: Promoción de la voluntad política en Sakhipur (Bangladesh)	49



◀ Trabajadores de saneamiento desarrollan un largo tubo de goma para poder llevar a cabo el vaciado de un pozo en Zigambon-Umawa, Dar es Salaam (Tanzania), junio de 2019.

WaterAid/James Kiyimba



▼ Trabajadores de saneamiento vierten el contenido resultante de vaciar un pozo en Bangalore (India), agosto de 2019.



WaterAid/CS Sharada Prasad/
Safai Karmachari Kavalu Samiti

Contacts:

Esta guía y sus traducciones pueden encontrarse en washmatters.wateraid.org/fsm-guide

Unidad de Apoyo a Programas de Wateraid
PSUAdmin@wateraid.org

WaterAid es una organización internacional sin ánimo de lucro, decidida a hacer que el agua limpia, los retretes dignos y las buenas condiciones de higiene se conviertan en la norma para todos y todas, en todas partes, en una generación.



WaterAid