



# MANUALES DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS



**Saneamiento del Agua**

**Paraguay. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social**

Serie de publicaciones desarrolladas en el marco del **PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA FUNCIONARIOS DE GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS**

- 0 Guía del facilitador; 21 páginas
- 1 organización y legislación del sector de agua y saneamiento; 27 páginas
- 2 Sistemas de abastecimiento de agua; 42 páginas
- 3 Sistemas de saneamiento; 25 páginas
- 4 Manejo de los residuos sólidos; 14 páginas
- 5 Alternativas tecnológicas; 107 páginas

ISBN 978-92-75-33333-6

ISBN 978-92-75-44444-9

- 1. AGUA POTABLE, SANEAMIENTO, RESIDUOS SÓLIDOS
- 2. PARAGUAY

- I. Título

666.7/SA

© Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS), Representación en Paraguay. 2011.

<http://www.paho.org/par/>

**FERNANDO ARMINDO LUGO MÉNDEZ**  
Presidente de la República

**ESPERANZA MARTINEZ**  
Ministra de Salud Pública y Bienestar Social

**CECILIO PÉREZ BORDÓN**  
Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones

**HUGO ÁNGEL ROYG ARANDA**  
Secretario Ejecutivo-Ministro de la Secretaría  
Técnica de Planificación

**OSMAR LUDOVICO SARUBBI**  
Presidente del Comité de Administración del  
Ente Regulador de los Servicios Sanitarios

**LORENZO JIMÉNEZ DE LUIS**  
Coordinador Residente del Sistema de  
Naciones Unidas y Representante Residente de  
PNUD

**RUBÉN FIGUEROA**  
Representante OPS/OMS en Paraguay

**PAULO SASSARAO**  
Representante Residente de UNICEF

**GUILLERMO MIRANDA**  
Director de la Oficina Subregional para el Cono  
Sur de América Latina de OIT

SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL

**ADA BEATRIZ VERNA ACOSTA**  
Directora General del SENASA

**MIRIAN LORENA MANCUELLO MEDINA**  
Directora de Asuntos Sociales y Organización Comunitaria - DASOC

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA FUNCIONARIOS DE GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS

**Con el apoyo técnico y financiero del**

PROGRAMA CONJUNTO "FORTALECIENDO CAPACIDADES PARA LA DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO" - PNUD, UNICEF, OPS/OMS Y OIT

**MANUAL DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS**

**Elaborado por:**

Ing. Carla Lorena López Soto, Consultora AIDIS Paraguay

**Coordinadores Técnicos:**

Ing. Patricia Segurado; Asesora en Ambiente y Desarrollo Sostenible

Ing. Roberto Lima Morra; Consultor Nacional en Agua y Saneamiento

**Diseño y Diagramación:** Violeta Doldán Re

**Impresión:**

2011, Asunción-Paraguay

# Contenido

PRESENTACIÓN	9
1. INTRODUCCIÓN	11
2. LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO DEL MILENIO Y EL SANEAMIENTO BÁSICO	12
3. PRINCIPALES SISTEMAS DE SANEAMIENTO	14
3.1. Opción tecnológica de colecta por tuberías	15
3.1.1. Sistemas de alcantarillado	15
3.2. Posibles unidades de tratamiento de las aguas residuales colectadas por el sistema de alcantarillado	17
3.3. Opción tecnológica sin colecta por tuberías	18
3.3.1. Cámara séptica	18
3.3.2. Biodigestor	18
3.3.3. Letrina de hoyo seco ventilado	19
3.3.4. Letrina de pozo anegado	21
3.3.5. Baño de arrastre hidráulico	21
3.3.6. Letrina compostera o baño ecológico	22
3.3.7. Manejo de aguas servidas	23
3.4. Costos	24
4. BIBLIOGRAFÍA	26

# PRESENTACIÓN

El agua potable es un elemento fundamental para los pueblos y un derecho humano básico, como tal, es un componente de las políticas eficientes para asegurar la protección de la salud. Forma parte de los Objetivos del Desarrollo del Milenio que las naciones se comprometieron a cumplir para el 2015 cuya Meta 7C dice: “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”.

En el mundo en desarrollo la mitad de los pacientes hospitalizados lo son por enfermedades relacionadas con el saneamiento y el agua. La falta de saneamiento y agua saludable causa la muerte de más de 1,6 millones de niños al año (OMS). Mientras se pronostica que para 2050 la población mundial llegue a 9.000 millones, el agua se vuelve cada vez más escasa en el planeta, y su calidad en riesgo.

En Paraguay, existe una gran dispersión de los prestadores de servicios de agua y saneamiento .

Concesionarios / Permisarios	Áreas prestacionales con servicios de Agua Corriente	Cobertura a Nivel Nacional %	Áreas prestacionales con servicios de Alcantarillados
Juntas de Saneamientos	2217	29,2	3
ESSAP	29	13,2	13
Aguateras privadas	280	9,0	0
Comisiones / Otras (aprox)	600	8,9	S/D
Municipios	1	-	2
Autos proveídos y otras Fuentes (pozos someros y artesianos, agua de lluvia, manantiales)	-	39,7	-

Fuente: Actualización del Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento de Paraguay, 2010 y Encuesta Nacional sobre Agua y Saneamiento, 2009

En lo que respecta a los servicios de recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, la responsabilidad en la gestión de los mismos recae únicamente en los municipios. Los niveles de coberturas de la recolección a nivel país, son la más baja de las Américas, con 29,8% y en las áreas urbanas 55,9%. El resto que no poseen estos servicios en la gran mayoría lo queman (58% en todo el Paraguay, con 34,4% en áreas urbanas y 82,9% en áreas rurales), mientras que los demás se deshacen tirándolo en donde puedan (hoyo, patio, vertedero, curso superficial de agua, etc.).

En cuanto a la disposición de residuos domiciliarios y excretas, la cobertura de alcantarillados sólo abarca al 8,5% del país, el 51,2% la elimina a través de descargas directas en los patios, el 27% cuenta con pozos ciegos y/o tanques sépticos, el 8,8% lo vierte en la vía pública y directamente a un curso superficial, el 3,3% .

El 1,4% se vale de otros medios.

En estas condiciones, los sistemas de saneamiento básico difícilmente pueden ser sostenibles, principalmente por las bajas tarifas, alta morosidad y una gestión administrativa poco eficiente. Sólo las grandes y medianas Juntas de Saneamiento poseen personal contratado, las demás operan con un régimen de voluntariado a cargo de sus usuarios. Los municipios poseen pocos técnicos, o ninguno, que trabaje en el sector.

# 1. INTRODUCCIÓN

Los niveles de capacitación que se brinda a nivel país en temas relativos al agua y al saneamiento son muy reducidos o nulos. Esto avala la importancia que posee esta serie de manuales sobre saneamiento básico, orientados a la capacitación de los funcionarios de las gobernaciones y municipios, con el propósito de hacer de ellos agentes multiplicadores de los conocimientos en sus respectivas comunidades y así contribuir al aumento de la cobertura, a la mejora de los servicios y al mejor aprovechamiento de las alternativas disponibles en el sector agua y saneamiento en sus comunidades.

La provisión de los servicios de agua y saneamiento en Paraguay se halla distribuida por sectores, la empresa privada Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay Sociedad Anónima (ESSAP S.A.) es la encargada de la provisión a poblaciones de más de 10.000 habitantes, en segundo lugar, el Servicio Nacional de Saneamiento Ambiental (SENASA), se ocupa de la provisión a poblaciones inferiores a 10.000 habitantes. Las Municipalidades, en ocasiones, co-participan con las Juntas de Saneamiento, pero no realizan intervenciones de manera independiente a igual que las Gobernaciones.

En cuanto al servicio sanitario, las zonas rurales no poseen red pública de alcantarillado y la cobertura en zonas urbanas es insuficiente. El sistema de disposición de las aguas residuales y excretas de mayor utilización son los hoyos o pozos. Así mismo se registra la existencia de viviendas sin baños. La cobertura país en alcantarillado sanitario es de 19,0%, según fuentes del Ente Regulador de los Servicios Sanitarios – ERSSAN.

## 2. LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO DEL MILENIO Y EL SANEAMIENTO BÁSICO

Ante la magnitud de la pobreza, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en setiembre del 2000, 147 Jefes de Estado y de Gobierno y un total de 189 países aprobaron la Declaración del Milenio. En ella afirmaron que no escatimarían esfuerzos “para liberar a nuestros semejantes, hombres, mujeres y niños, de las condiciones adversas y deshumanizadoras de la pobreza extrema, a la que en la actualidad están sometidos más de 1.000 millones de seres humanos. Estamos empeñados en hacer realidad para todos ellos el derecho al desarrollo y a poner a toda la especie humana al abrigo de la necesidad”. Los Objetivos del Milenio –ODM- constituyen una prueba de la voluntad política de establecer asociaciones más sólidas y comprometen a los países a tomar nuevas medidas y aunar esfuerzos en la lucha contra la pobreza, el analfabetismo, el hambre, la falta de educación, la desigualdad entre los géneros, la mortalidad infantil y materna, las enfermedades y la degradación del medio ambiente. El octavo objetivo, reafirmado en Monterrey y Johannesburgo, insta a los países ricos a adoptar medidas para aliviar la deuda, incrementar la asistencia y permitir a los países más pobres el acceso a sus mercados y tecnología.

### Los objetivos y metas son los siguientes:

1. **ERRADICAR LA POBREZA EXTREMA Y EL HAMBRE.** Meta para el 2015: Reducir a la mitad el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día y las que padecen hambre.
2. **LOGRAR LA ENSEÑANZA PRIMARIA UNIVERSAL.** Meta para el 2015: Velar porque todos los niños y niñas puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria.
3. **PROMOVER LA IGUALDAD ENTRE LOS GÉNEROS Y LA AUTONOMÍA DE LA MUJER.** Metas para el 2005 y 2015: Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la enseñanza para 2015.
4. **REDUCIR LA MORTALIDAD INFANTIL.** Meta para el 2015: Reducir en dos terceras partes la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años.
5. **MEJORAR LA SALUD MATERNA.** Meta para el 2015: Reducir la tasa de mortalidad materna en tres cuarta partes.
6. **COMBATIR EL VIH/SIDA, EL PALUDISMO Y OTRAS ENFERMEDADES.** Meta para el 2015: Detener y comenzar a reducir la propagación del VIH/SIDA y la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves.
7. **GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.** Incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir en la pérdida de recursos del medio ambiente. Meta para el 2015: reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de agua potable. Meta para el 2020: Mejorar considerablemente la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios.

8. FOMENTAR UNA ASOCIACIÓN MUNDIAL PARA EL DESARROLLO.  
En Paraguay, de acuerdo a informaciones dadas por los organismos encargados, las expectativas para el año 2015, de cumplimiento del ODM, Objetivo 7, en cuanto a la cobertura de agua potable en el sector urbano es de 70,5% y en alcantarillado sanitario del 40%.  
Del área rural no se tiene información actualizada debido a que las propuestas de coberturas están en función de la aprobación del poder político y no a una acción propia del organismo encargado.

### 3. PRINCIPALES SISTEMAS DE SANEAMIENTO

Las opciones tecnológicas para un sistema de saneamiento son diversas atendiendo si el efluente cloacal y/o excreta sea colectado por una red de tuberías o sin red de tuberías, que implicaría soluciones in situ. Con la opción adoptada se tiene la posibilidad de brindar el servicio a una vivienda o a varias (unifamiliar o multifamiliar).

Opción tecnológica		Nivel de cobertura	
Con colecta por tuberías	Alcantarillado convencional Alcantarillado de pequeño diámetro Alcantarillado condominial Alcantarillado simplificado	<i>Multifamiliar</i>	Disposición de excretas y aguas residuales.
Sin colecta por tuberías	Unidad sanitaria con pozo séptico Unidad sanitaria con biodigestor Letrina de hoyo seco ventilado Letrina de pozo anegado Baño de arrastre hidráulico Letrina compostera o baño ecológico	<i>Unifamiliar</i>	Disposición de excretas y aguas residuales.
		<i>Unifamiliar</i>	Disposición de excretas.

La selección de una u otra opción tecnológica debe considerar los siguientes factores:

- Tamaño de la comunidad.
  - Dispersión de las viviendas.
  - Disponibilidad de agua.
  - Recursos disponibles.
  - Capacidad de los beneficiarios para la operación y mantenimiento.
- Lo que sigue son recomendaciones sobre las opciones técnicas:
- En poblaciones menores a 100 familias (450 personas) no se usa alcantarillado. Sólo se debe considerar sistemas de recolección sin uso de red de tuberías.
  - En centros poblados entre 100 y 200 familias puede usarse alcantarillado sólo con pozos sépticos y percolador.
  - En centros poblados de 200 a 400 familias se acepta usar alcantarillado con tanques sépticos o con lagunas facultativas, según las condiciones locales.
  - En poblaciones mayores a 400 familias se acepta el alcantarillado con lagunas facultativas o tanque Imhoff.

En cualquier caso, para que se plantee un sistema de alcantarillado es imprescindible contar con conexión domiciliar de agua y si no se cuenta con ella, se debe comprometer formalmente a los beneficiarios a adquirir instalaciones intradomiciliarias (caños o tuberías), solicitar asistencia técnica para su instalación y gestionar sistemas de financiamiento. Asimismo, de ser necesario, debe considerarse un tratamiento focalizado de subvención para familias en extrema pobreza (casos de responsabilidad social).

## 3.1. Opción tecnológica de colecta por tuberías

### 3.1.1. Sistemas de alcantarillado

#### 3.1.1.1. Alcantarillado convencional

Las aguas negras domésticas son recogidas por un sistema de tubería subterráneo que las lleva a las instalaciones de tratamiento o directamente a las aguas receptoras. El sistema de alcantarillado convencional consta de conexiones individuales domésticas conectadas a un sistema reticular de cañerías.

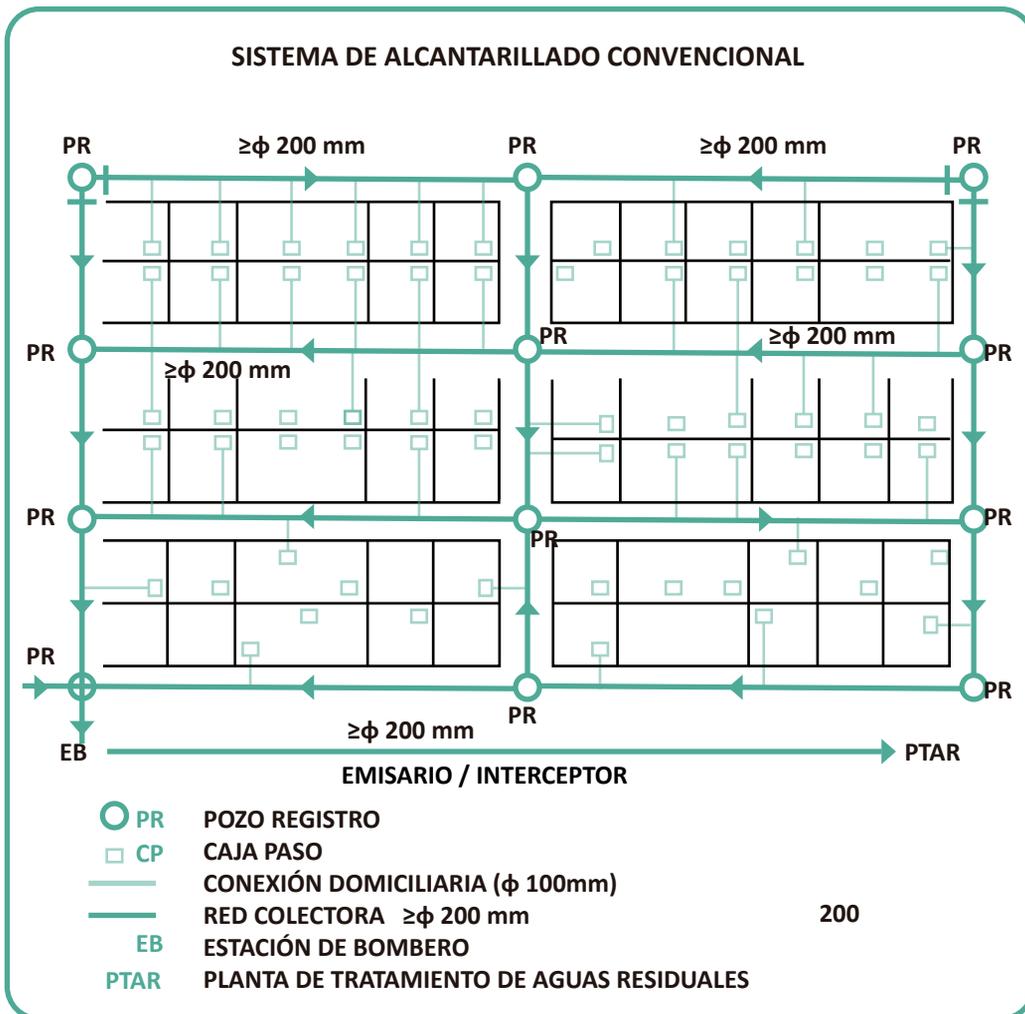
#### 3.1.1.2. Alcantarillado simplificado

Las redes de alcantarillado simplificado (RAS) están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de coleccionar y transportar los desagües para su disposición. Las RAS difieren de los alcantarillados convencionales en la simplificación y minimización del uso de materiales y en los criterios de construcción.

Algunas diferencias de las RAS con los alcantarillados convencionales son las siguientes:

- Se diseñan a partir de las conexiones domiciliarias.
- Su profundidad de excavación es reducida. Por este motivo, las tuberías se proyectan por zonas verdes o peatonales para evitar zonas vehiculares que exigirían la protección de la tubería contra choques mecánicos. En algunos casos se proyectan redes dobles.
- Su periodo de diseño es más corto y se puede construir por etapas.
- Se dimensionan de acuerdo al consumo per cápita y a las condiciones socioeconómicas de la población.
- Requiere menos pozos de registro y el costo de construcción de estas estructuras es reducido.
- Utiliza tuberías con uniones elásticas a fin de disminuir la infiltración.

Figura 1: Sistema de alcantarillado convencional



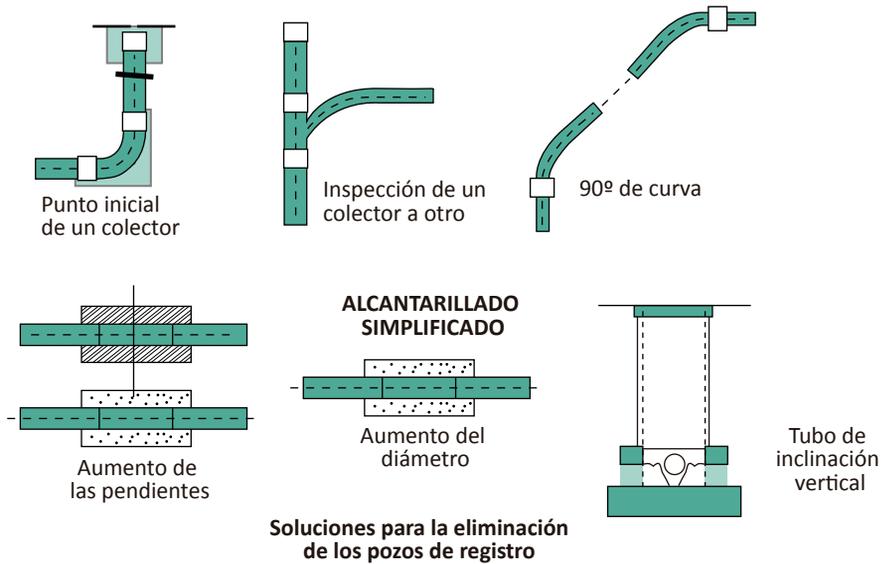
### 3.1.1.3. Alcantarillado de pequeño diámetro

El alcantarillado sin arrastre de sólidos también es conocido como alcantarillado de pequeño diámetro o redes de aguas residuales decantadas.

En el sistema de redes para aguas residuales decantadas, éstas se decantan o sedimentan antes de ser conducidas a las redes con el fin de retener la parte sólida y la parte líquida fluye hacia los colectores.

El proceso de sedimentación de sólidos se realiza en tanques sépticos o tanques interceptores de una sola cámara y pueden recibir las aguas residuales de una o varias viviendas.

**Figura 2: Alcantarillado simplificado**



La reducción de la carga orgánica en el desagüe recolectado también se reflejará en una economía en el sistema de tratamiento.

Sin embargo, es necesario prever la limpieza y el mantenimiento periódico de los tanques sépticos, la que estará a cargo de cada usuario o de un servicio municipal o privado, previamente negociado con la asociación de vecinos. Esto último es muy importante para garantizar la operación y mantenimiento del sistema.

### 3.1.1.4. Alcantarillado condominial

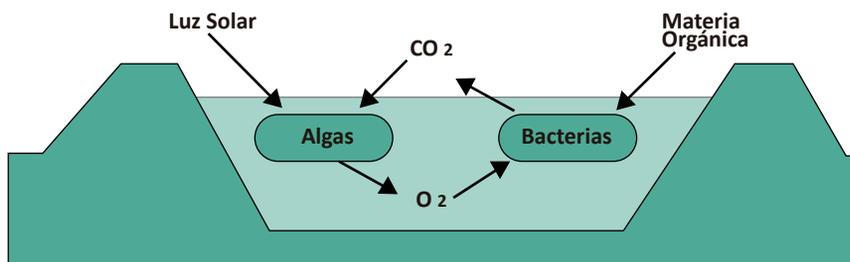
El sistema divide la red de alcantarillado en dos componentes: el ramal condominial y las redes públicas. El primero atiende a una manzana o condominio y consiste en una tubería de menor diámetro (usualmente 100 mm) asentada en zonas protegidas alrededor de la manzana (veredas o jardines) o al interior de los lotes. Por no recibir grandes esfuerzos externos (cargas vehiculares), puede asentarse a menor profundidad. La reducción del diámetro de la tubería y de su profundidad permite ahorros considerables en el costo de ejecución de la

**Figura 3: Alcantarillado de pequeño diámetro**





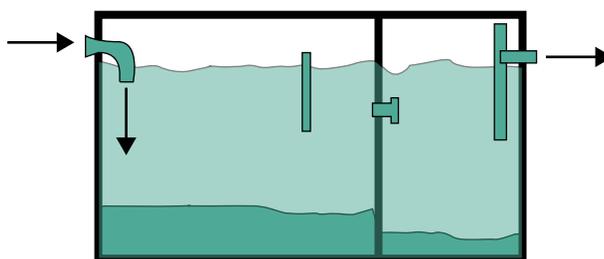
**Figura 6: Laguna de estabilización**



**Fotografía 1: Laguna de tratamiento**



**Figura 7: Cámara séptica**



### 3.3. Opción tecnológica sin colecta por tuberías

#### 3.3.1. Cámara séptica

El tratamiento de las aguas residuales para unidades unifamiliares o multifamiliares se puede lograr mediante tanques sépticos. Los efluentes ya tratados se disponen finalmente en zanjas de infiltración o pozos absorbentes.

En los tanques sépticos se asienta la materia sólida por decantación al detener agua residual en el tanque, lo que permite que se decanten los sedimentos y que flote la capa de impurezas. Para que esta separación ocurra, el agua residual debe detenerse en el tanque un mínimo de 24 horas.

#### 3.3.2. Biodigestor

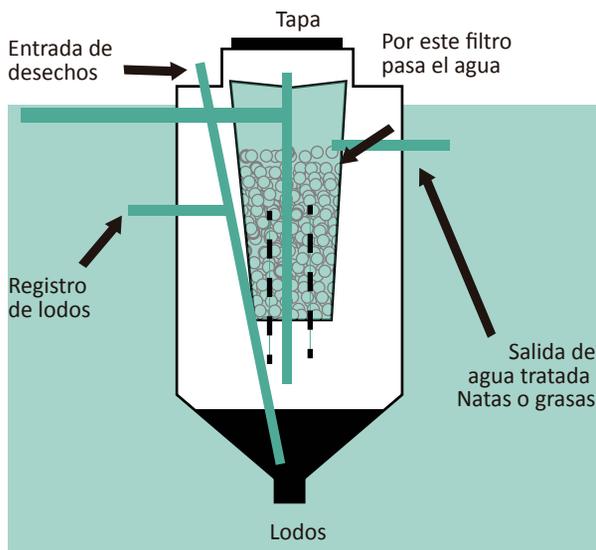
Este sistema usa un biodigestor y una zanja de infiltración para el tratamiento de las aguas residuales producidas. Las aguas negras generadas (con excrementos) son conducidas a un biodigestor y posteriormente transferidas a una zanja de infiltración. El biodigestor es un equipo de tratamiento de aguas resi-

duales, autolimpiable, que no necesita instrumentos para la extracción de lodos sino solo abrir una válvula para extraerlos cada 18 a 24 meses. En su interior, las aguas negras tienen una digestión anaeróbica (sin aire) y las aguas residuales, cuando salen del biodigestor, se pueden volver a usar, previo secado, para pequeños sembradíos.

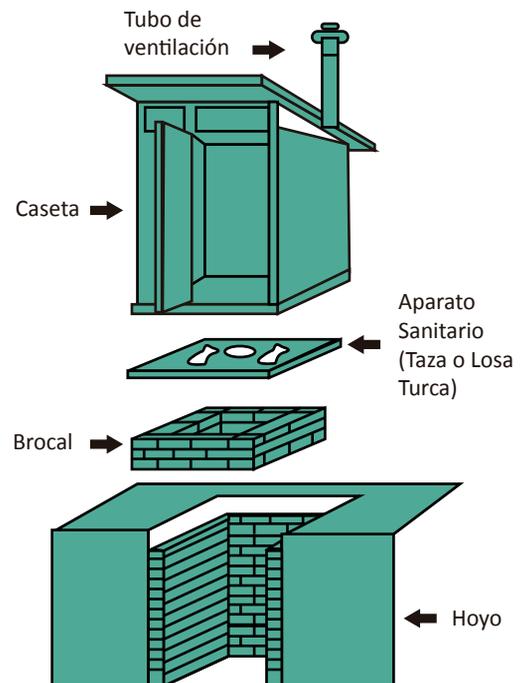
### 3.3.3. Letrina de hoyo seco ventilado

La letrina ventilada es una letrina mejorada cuyo pozo cuenta con una tapa de losa de hormigón y un tubo de ventilación que ayuda a disminuir los malos olores y la proliferación de vectores como moscas, ratas y otros insectos. Brinda a la familia una buena solución domiciliar, siempre y cuando se construya correctamente, se la utilice en forma adecuada y se la mantenga limpia. Debe ser instalada en lugar apropiado, como mínimo a 10 metros de la casa y a 15 metros pendiente abajo del pozo de agua o manantial, para evitar que las filtraciones de la letrina contaminen el agua para beber. La letrina ventilada o sanitaria permite un manejo seguro de las excretas y protege a los miembros de la familia, principalmente a los niños, de problemas de contaminación con excretas (parasitosis intestinal, diarreas, hepatitis A y otras enfermedades de transmisión hídrica).

**Figura 8: Biodigestor**



**Figura 10: Letrina de hoyo seco ventilado**



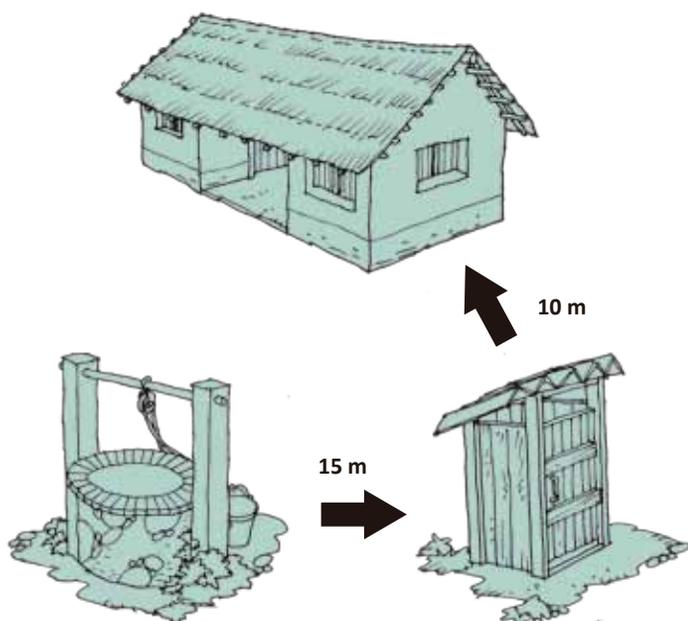
### 3.3.3.1. Pasos para la construcción

Los materiales necesarios son: Madera para las paredes, techo y puerta de la caseta; losa de cemento para el piso (suministrada por SENASA); tubo de plástico y malla de mosquitero para la ventilación; clavos necesarios para construir la caseta y herrajes para la puerta.

I. Cavar un hoyo de 1,00 metro de largo por 0,80 metros de ancho y 1,70 metros de profundidad.

II. Colocar luego la base y encima la losa de cemento como piso, cuidando que el agujero para el tubo de ventilación quede ubicado hacia el lado más soleado.

**Figura 9: Distancias a la letrina**



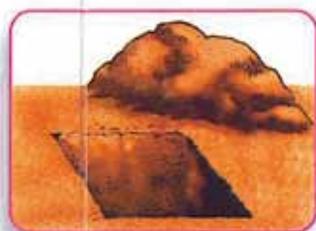
III. Armar la caseta de madera (puntales y travesaños, paredes, techo y puerta).

IV. Utilizar para la ventilación un tubo de plástico color negro, de 4 pulgadas de diámetro y 3 metros de largo. En su extremo se coloca una malla de mosquitero (de 1,2 por 1,5 milímetros) que debe asegurarse con alambre fino.

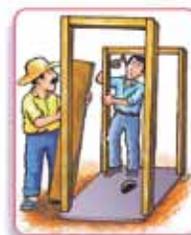
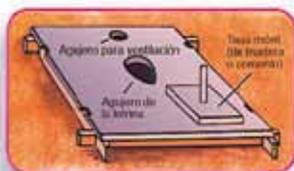
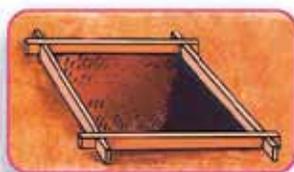
V. Proveer una tapa móvil, de madera o cemento para tapar el agujero de la letrina cuando no esté en uso para evitar la entrada y salida de moscas y alimañas.

VI. Cerrar las rendijas de la pared

**Figura 11: Procedimientos de construcción de la letrina de hoyo seco ventilado**



POZO – BASE – PISO con agujero de VENTILACIÓN en el lado soleado - AGUJERO de letrina y TAPA móvil.



con tapa juntas para dar más oscuridad al interior de la caseta, de manera que, si se mantiene tapado el hoyo, las moscas que logren entrar al pozo, al buscar la salida hacia la luz suban por el tubo de ventilación, donde morirán al no poder salir debido a la malla.

**Figura 11: Procedimientos de construcción de la letrina de hoyo seco ventilado**

Uso y mantenimiento adecuados de la Letrina Ventilada	
✓	La letrina debe ser utilizada por todos los miembros de la familia.
✓	El hoyo se usa para defecar, orinar y tirar los papeles higiénicos usados.
✓	Las heces de los bebés también deben desecharse en el hoyo.
✓	No se usa el interior de la letrina para el baño ni arrojar en el hoyo aguas sucias o basuras.
✓	Mantener limpio el piso y libre de papeles, de orina y de heces.
✓	Enseñar a los niños y niñas a utilizar correctamente la letrina.
✓	Usar siempre calzado para entrar a la letrina.
✓	Mantener siempre cerrada la puerta .
✓	Mantener tapado el agujero del hoyo para evitar que ingresen al pozo moscas u otros insectos.
✓	Proteger el extremo de la chimenea de ventilación con una malla de mosquitero.

### 3.3.4. Letrina de pozo anegado

En estas unidades, las excretas son conducidas por un ducto de defecación directamente a un tanque lleno de agua, donde se procesa la digestión húmeda. El extremo del ducto debe estar inmerso en el agua entre 10 y 15 cm. formando un cierre hidráulico para evitar la proliferación de olores. El arrastre de las heces se realiza con ayuda de agua, que también sirve para mantener el nivel dentro del tanque. Un tubo de rebose conduce el líquido excedente a un pozo o zanja de percolación. Periódicamente, los sólidos acumulados en el tanque deben ser removidos y adecuadamente dispuestos.

### 3.3.5. Baño de arrastre hidráulico

El baño de cierre hidráulico es similar a la letrina de pozo anegado, con la diferencia que la losa cuenta con un aparato sanitario dotado de un sifón. El pozo de digestión puede estar desplazado con relación a la caseta, conectándose los dos a través de un tubo. En este caso la taza puede estar apoyada directamente

en el suelo y ubicada en el interior de la vivienda. La cantidad de agua necesaria para el arrastre de las heces depende del tipo de tubo y de la ubicación del tanque, variando entre uno y tres litros como mínimo.

### 3.3.6. Letrina compostera o baño ecológico

Esta letrina, también llamada en otros lugares Baño Ecológico, está formada por una taza y dos cámaras. La taza debe permitir separar la orina de las heces, para minimizar el contenido de humedad y facilitar el deshidratado de las heces. La orina es recolectada aparte, para ser utilizada como fertilizante. Las dos cámaras son impermeables e independientes. Cada cámara tiene volumen de 1 m<sup>3</sup> aproximadamente. Ahí se depositarán solo las heces, utilizándose una cámara a la vez. Se adiciona cal, cenizas o tierra, luego de cada uso, para promover el secado y minimizar los olores. Cuando la primera cámara esté llena a aproximadamente dos tercios de su capacidad, debe ser completada con tierra, pasándose a utilizar la segunda cámara. El contenido de la primera cámara podrá ser utilizado como abono, luego de 6 meses a un año, tiempo requerido para su estabilización.

Figura 12: Letrina de pozo anegado

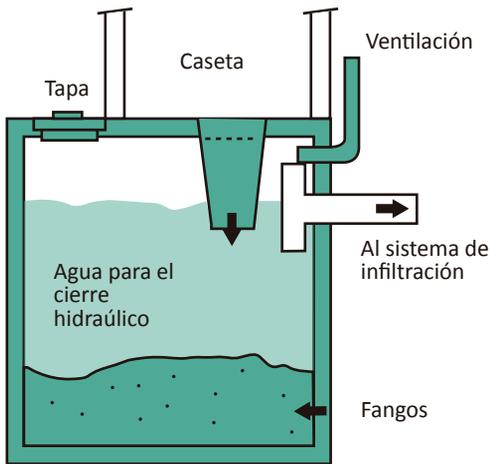


Figura 13: Letrina de arrastre hidráulico

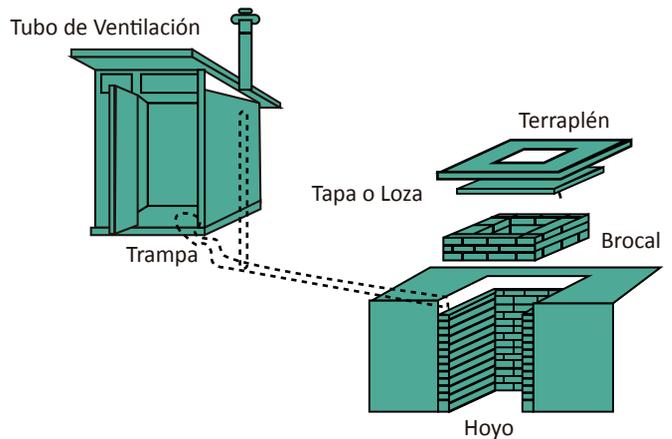
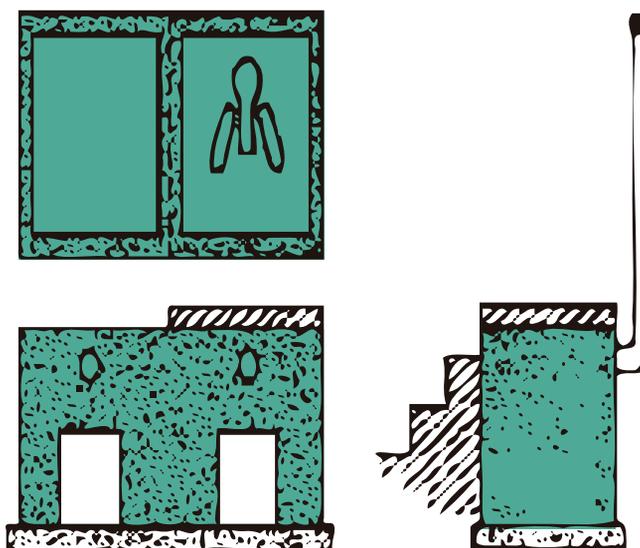


Figura 14: Letrina compostera



### 3.3.7. Manejo de Aguas Servidas

Las aguas servidas o de lavado son las aguas que quedan después de lavar la ropa o los alimentos, de asear la vivienda, de hacer el aseo personal, de bañar animales o de realizar otras tareas domésticas. Se debe tener especial cuidado con el escurrimiento de las aguas servidas, ya que pueden contener microbios, materia orgánica, jabones, grasas y otros contaminantes que representan graves riesgos para la salud humana y para el medio ambiente.

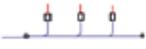
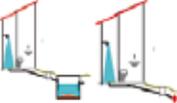
En los sitios donde no existe alcantarillado sanitario y cuentan con letrina para disponer las excretas, se pueden presentar problemas si no se evita que las aguas servidas se escurran hacia la letrina y penetren en el pozo de la misma.

Uno de los problemas que acarrearán estas aguas es que cuando se estancan, se convierten en criaderos de mosquitos. Por esta razón se deben canalizar y disponer adecuadamente para evitar su estancamiento. Una alternativa inmediata para este problema es la construcción de un pozo ciego.

En los sistemas comunitarios construidos por el SENASA, los desagües de lavaderos, de duchas y canillas conducen las aguas servidas a una serie de cañerías perforadas (enterradas) que se conocen como lechos de infiltración. El agua vertida se escurre en tramos de caños perforados de longitud variable, de acuerdo a los volúmenes utilizados y al tipo de terreno, y como ocurre con las aguas de infiltración, el subsuelo hace de filtro natural.

### 3.4. Costos

Se presentan a continuación algunos costos de alternativas de saneamiento:

COSTOS	Costo \$/ Hab	Letrina vip	Letrina abonera	Letrina con arrastre hidráulico	Unidades sanitarias	Alcantarillado condominal	Alcantarillado pequeño diámetro	Alcantarillado convencional
	>250							
150 - 250								
90 - 150								
50 - 90								
40 - 80								
35 - 60								
20 - 35								

TECNOLOGIA

## 4. BIBLIOGRAFÍA

- Guía de Orientación en Saneamiento Básico para alcaldías de municipios rurales y pequeñas comunidades. Carlos Barrios Napurí, Ricardo Torres Ruíz, Teresa Cristina Lampoglia, Roger Agüero Pittman. 2009.
- Foro Paraguayo de Agua Potable y Saneamiento. Documento Básico. 2006
- Decreto Nº 8910/1974 Por el cual se reglamenta la creación y funcione de las Juntas de Saneamiento. 1974
- Agua Segura: Fuente de Vida "El Derecho a Tener Agua Segura". Guía de Trabajo a la Comunidad. OPS/OMS. 1997
- Tecnologías apropiadas en agua y saneamiento. OPS/OMS. 2000.
- Bartram J, Corrales L, Davison A, Deere D, Drury D, Gordon B, Howard G, Rinehold A, Stevens M., Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua: metodología pormenorizada de gestión de riesgos para proveedores de agua de consumo. Organización Mundial de la Salud. Ginebra, 2009.
- Uso y gobernabilidad del agua en Paraguay. PNUD. 2006



ISBN 978-92-75-33102-6 (Impreso)  
ISNE 978-92-75-33200-9 (Web Pdf)



# MANUALES DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS



Manejo de los Residuos Sólidos

# MANUALES DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS



Manejo de los Residuos Sólidos

Paraguay. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social

Serie de publicaciones desarrolladas en el marco del  
**PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA FUNCIONARIOS DE  
GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS**

0 Guía del facilitador; 49 páginas

1 organización y legislación del sector de agua y  
saneamiento; 27 páginas

2 Sistemas de abastecimiento de agua; 42 páginas

3 Sistemas de saneamiento; 25 páginas

4 Manejo de los residuos sólidos; 14 páginas

5 Alternativas tecnológicas; 107 páginas

ISBN 978-92-75-33333-6

ISBN 978-92-75-44444-9

1. AGUA POTABLE, SANEAMIENTO, RESIDUOS SÓLIDOS

2. PARAGUAY

I. Título

666.7/SA

© Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de  
la Salud (OPS/OMS), Representación en Paraguay. 2011.

<http://www.paho.org/par/>

**FERNANDO ARMINDO LUGO MÉNDEZ**  
Presidente de la República

**ESPERANZA MARTINEZ**  
Ministra de Salud Pública y Bienestar Social

**CECILIO PÉREZ BORDÓN**  
Ministro de Obras Públicas y Comunicaciones

**HUGO ÁNGEL ROYG ARANDA**  
Secretario Ejecutivo-Ministro de la Secretaría  
Técnica de Planificación

**OSMAR LUDOVICO SARUBBI**  
Presidente del Comité de Administración del  
Ente Regulador de los Servicios Sanitarios

**LORENZO JIMÉNEZ DE LUIS**  
Coordinador Residente del Sistema de  
Naciones Unidas y Representante Residente de  
PNUD

**RUBÉN FIGUEROA**  
Representante OPS/OMS en Paraguay

**PAULO SASSARAO**  
Representante Residente de UNICEF

**GUILLERMO MIRANDA**  
Director de la Oficina Subregional para el Cono  
Sur de América Latina de OIT

#### **SERVICIO NACIONAL DE SANEAMIENTO AMBIENTAL**

**ADA BEATRIZ VERNA ACOSTA**  
Directora General del SENASA

**MIRIAN LORENA MANCUELLO MEDINA**  
Directora de Asuntos Sociales y Organización Comunitaria - DASOC

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA FUNCIONARIOS DE GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS

#### **Con el apoyo técnico y financiero del**

PROGRAMA CONJUNTO "FORTALECIENDO CAPACIDADES PARA LA DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DE POLÍTICAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO" - PNUD, UNICEF, OPS/OMS Y OIT

#### **MANUAL DE SANEAMIENTO BÁSICO PARA GOBERNACIONES Y MUNICIPIOS**

#### **Elaborado por:**

Ing. Carla Lorena López Soto, Consultora AIDIS Paraguay

#### **Coordinadores Técnicos:**

Ing. Patricia Segurado; Asesora en Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Ing. Roberto Lima Morra; Consultor Nacional en Agua y Saneamiento

**Diseño y Diagramación:** Violeta Doldán Re

#### **Impresión:**

2011, Asunción-Paraguay

# CONTENIDO

PRESENTACIÓN	9
1.- INTRODUCCIÓN	11
2.- LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO DEL MILENIO Y EL SANEAMIENTO BÁSICO	11
3.- MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	12
3.1.- Manejo de los residuos sólidos a nivel municipal	12
3.2.- Generación de RSM: Evitar	14
3.3.- Separación - Recuperación	15
3.3.1.- Separación en la fuente	15
3.3.2.- Estaciones de recuperación	17
3.4.- Compostaje y Lombricultura	18
3.4.1.- Compostaje aerobio	18
3.5.- Disposición final	20
3.5.1.- Áreas sin servicio de recolección	20
3.5.2.- Áreas con servicio de recolección	21
4.- BIBLIOGRAFÍA	28

# PRESENTACIÓN

El agua potable es un elemento fundamental para los pueblos y un derecho humano básico, como tal, es un componente de las políticas eficientes para asegurar la protección de la salud. Forma parte de los Objetivos del Desarrollo del Milenio que las naciones se comprometieron a cumplir para el 2015 cuya Meta 7C dice: “Reducir a la mitad, para el año 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”.

En el mundo en desarrollo la mitad de los pacientes hospitalizados lo son por enfermedades relacionadas con el saneamiento y el agua. La falta de saneamiento y agua saludable causa la muerte de más de 1,6 millones de niños al año (OMS). Mientras se pronostica que para 2050 la población mundial llegue a 9.000 millones, el agua se vuelve cada vez más escasa en el planeta, y su calidad en riesgo.

En Paraguay, existe una gran dispersión de los prestadores de servicios de agua y saneamiento<sup>1</sup>:

Concesionarios / Permisarios	Áreas prestacionales con servicios de Agua Corriente	Cobertura a Nivel Nacional %	Áreas prestacionales con servicios de Alcantarillados
Juntas de Saneamientos	2217	29,2	3
ESSAP	29	13,2	13
Aguateras privadas	280	9,0	0
Comisiones / Otras (aprox)	600	8,9	S/D
Municipios	1	-	2
Autos proveídos y otras Fuentes (pozos someros y artesianos, agua de lluvia, manantiales)	-	39,7	-

Fuente: Actualización del Análisis Sectorial de Agua Potable y Saneamiento de Paraguay, 2010 y Encuesta Nacional sobre Agua y Saneamiento, 2009

<sup>1</sup> Elaboración en base a DGEEC, Encuesta Nacional sobre Agua y Saneamiento, 2009

En cuanto a la disposición de residuos domiciliarios y excretas, la cobertura de alcantarillados sólo abarca al 8,5% del país, el 51,2% la elimina a través de descargas directas en los patios, el 27% cuenta con pozos ciegos y/o tanques sépticos, el 8,8% lo vierte en la vía pública y directamente a un curso superficial, el 3,3% . El 1,4% se vale de otros medios.

En estas condiciones, los sistemas de saneamiento básico difícilmente pueden ser sostenibles, principalmente por las bajas tarifas, alta morosidad y una gestión administrativa poco eficiente. Sólo las grandes y medianas Juntas de Saneamiento poseen personal contratado, las demás operan con un régimen de voluntariado a cargo de sus usuarios. Los municipios poseen pocos técnicos, o ninguno, que trabaje en el sector.

En lo que respecta a los servicios de recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos, la responsabilidad en la gestión de los mismos recae exclusivamente en los municipios. Los niveles de cobertura de la recolección a nivel país, son los más bajos de las Américas, con 29,8%. En las áreas urbanas 55,9% cuenta con servicio de recolección. El recurso más utilizado por quienes no cuentan con los servicios de recolección es la quema que representa el 58% en todo el Paraguay. (el 34,4% en áreas urbanas y el 82,9% en áreas rurales). El porcentaje restante lo constituyen quienes lo depositan en sitios diversos (hoyos, patios, vertederos, cursos de agua superficial, etc.).

Los niveles de capacitación que se brinda a nivel país en temas relativos al agua y al saneamiento son muy reducidos o nulos. Esto avala la importancia que posee esta serie de manuales sobre saneamiento básico, orientados a la capacitación de los funcionarios de las gobernaciones y municipios, con el propósito de hacer de ellos agentes multiplicadores de los conocimientos en sus respectivas comunidades y así contribuir al aumento de la cobertura, a la mejora de los servicios y al mejor aprovechamiento de las alternativas disponibles en el sector agua y saneamiento en sus comunidades

# 1. INTRODUCCIÓN

La provisión del servicio de manejo de los residuos sólidos en Paraguay se halla a cargo de las municipalidades, muchas de ellas prestando el servicio de manera directa, otras a través de empresas tercerizadas. La tasa promedio de generación de residuos sólidos urbanos en Paraguay es alrededor de 1,0 kg/persona por día y se estima que actualmente se está generando alrededor de 3.700 t/día en las poblaciones urbanas. En cuanto a la cobertura del servicio, solamente alrededor del 57% de la población urbana tiene acceso al servicio de recolección y la disposición final de los RSU refleja una situación crítica: 72% de los residuos sólidos son dispuestos en vertederos a cielo abierto; 24% en vertederos controlados y 4% en vertederos controlados operados manualmente. En el país no existen rellenos sanitarios que cumplan estrictamente con lo establecido con las normas nacionales.

## 2. LOS OBJETIVOS DEL DESARROLLO DEL MILENIO Y EL SANEAMIENTO BÁSICO

Ante la magnitud de la pobreza, en la Asamblea General de las Naciones Unidas, en setiembre del 2000, 147 Jefes de Estado y de Gobierno y un total de 189 países aprobaron la Declaración del Milenio. En ella afirmaron que no escatimarían esfuerzos “para liberar a nuestros semejantes, hombres, mujeres y niños, de las condiciones adversas y deshumanizadoras de la pobreza extrema, a la que en la actualidad están sometidos más de 1.000 millones de seres humanos. Estamos empeñados en hacer realidad para todos ellos el derecho al desarrollo y a poner a toda la especie humana al abrigo de la necesidad”.

Los Objetivos del Milenio –ODM- constituyen una prueba de la voluntad política de establecer asociaciones más sólidas, y comprometen a los países a tomar nuevas medidas y aunar esfuerzos en la lucha contra la pobreza, el analfabetismo, el hambre, la falta de educación, la desigualdad entre los géneros, la mortalidad infantil y materna, la enfermedad y la degradación del medio ambiente. El octavo objetivo, reafirmado en Monterrey y Johannesburgo, insta a los países ricos a adoptar medidas para aliviar la deuda, incrementar la asistencia y permitir a los países más pobres el acceso a sus mercados y tecnología.

## Los objetivos y metas son los siguientes:

1. *ERRADICAR LA POBREZA EXTREMA Y EL HAMBRE.* Meta para el 2015: Reducir a la mitad el porcentaje de personas cuyos ingresos sean inferiores a un dólar por día y las que padecen hambre.
2. *LOGRAR LA ENSEÑANZA PRIMARIA UNIVERSAL.* Meta para el 2015: Velar porque todos los niños y niñas puedan terminar un ciclo completo de enseñanza primaria.
3. *PROMOVER LA IGUALDAD ENTRE LOS GÉNEROS Y LA AUTONOMÍA DE LA MUJER.* Metas para el 2005 y 2015: Eliminar las desigualdades entre los géneros en la enseñanza primaria y secundaria, preferiblemente para el año 2005, y en todos los niveles de la enseñanza para 2015.
4. *REDUCIR LA MORTALIDAD INFANTIL.* Meta para el 2015: Reducir en dos terceras partes la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años.
5. *MEJORAR LA SALUD MATERNA.* Meta para el 2015: Reducir la tasa de mortalidad materna en tres cuartas partes.
6. *COMBATIR EL VIH/SIDA, EL PALUDISMO Y OTRAS ENFERMEDADES.* Meta para el 2015: Detener y comenzar a reducir la propagación del VIH/SIDA y la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves.
7. *GARANTIZAR LA SOSTENIBILIDAD DEL MEDIO AMBIENTE.* Incorporar los principios de desarrollo sostenible en las políticas y los programas nacionales e invertir en la pérdida de recursos del medio ambiente. Meta para el 2015: reducir a la mitad el porcentaje de personas que carecen de acceso a agua potable. Meta para el 2020: Mejorar considerablemente la vida de por lo menos 100 millones de habitantes de tugurios.
8. *FOMENTAR UNA ASOCIACIÓN MUNDIAL PARA EL DESARROLLO*

## 3. MANEJO INTEGRADO DE RESIDUOS SÓLIDOS

### 3.1. Manejo de los residuos sólidos a nivel municipal

El servicio de aseo urbano o limpieza urbana tiene como principales objetivos proteger la salud de la población y mantener un ambiente agradable y sano. Consta de las siguientes actividades:

- Responsabilidad del generador del residuo (vivienda, establecimiento comercial, industria):
  - La separación de los residuos,
  - El almacenamiento adecuado,
  - La presentación para su recolección en.

- Competencia del municipio o del ente encargado de la prestación del servicio.
  - La recolección periódica,
  - El barrido de sitios públicos,
  - El transporte en medios apropiados,
  - El tratamiento y la disposición sanitaria final de los residuos sólidos; esta última es imprescindible para su manejo.

Como se puede deducir de la figura 1 “Esquema de gestión de los residuos sólidos”, el generador de RSM (vivienda, establecimiento comercial, industria) es el usuario de los servicios de aseo urbano y tiene como responsabilidades separar sus residuos, almacenarlos en un recipiente adecuado y depositarlos con la frecuencia establecida en el lugar y horario indicados por el operador del servicio.

Cabe destacar que, a diferencia de épocas pasadas, ahora existe la tendencia de separarlos en su lugar de origen a fin de facilitar el desarrollo de programas de recuperación y reciclaje. En consecuencia, al municipio o al operador del servicio de limpieza les corresponde recoger, transportar, barrer las vías y áreas públicas y depositar los RSM en un relleno sanitario. De manera complementaria, podrán asumir el procesamiento para su aprovechamiento o tratamiento a fin de obtener beneficios económicos y ambientales o de volverlos inocuos.

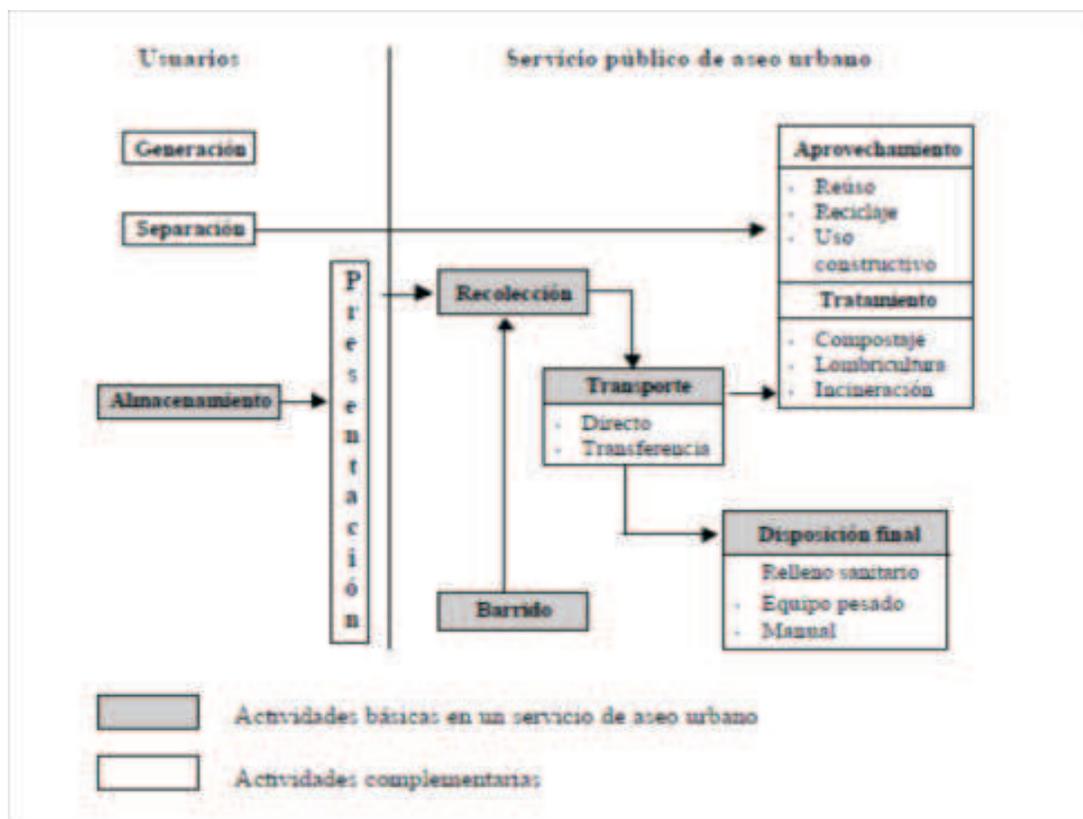


Figura 1: Esquema de gestión de los residuos sólidos

## 3.2. Generación de RSM: Cómo reducir-evitar

Ante la creciente generación de residuos sólidos, es recomendable implementar algunas medidas para reducir su producción como también propiciar campañas tendientes a evitar la generación de más residuos mediante la toma de conciencia y el cambio de conducta de los ciudadanos.

Una medida tendiente a reducir la generación de RSM es la de establecer tarifas específicas escalonadas para el pago por el servicio de aseo y recolección de acuerdo al volumen depositado por cada usuario.

Igualmente, una campaña educativa bien planificada, que abarque todos los niveles de enseñanza (jardines infantiles, escuelas, colegios y universidades) puede dar resultados efectivos al crear conciencia del problema de los residuos en la ciudadanía y motivar hacia actividades tendientes a su reducción.

Estas medidas tienen un efecto educativo decisivo en una comunidad porque mediante ellas se ejerce una presión psicológica de la población sobre el comercio y la industria.

Los gobiernos municipales son los que se hallan más próximos a la gente, a las viviendas, al comercio y a las instituciones, debido a ello, es recomendable iniciar desde este estamento campañas educativas que lleguen a cada casa, oficina, comercio e industria con el mensaje de producir menos basura cuyo efecto inmediato será un medio ambiente más saludable y una comunidad más limpia.

Las municipalidades están en situación propicia para emprender medidas tendientes a reducir y evitar la producción de RSM porque poseen las herramientas jurídicas apropiadas y la ejercen a través de ordenanzas municipales emanadas de la Junta Municipal y refrendada por la Intendencia Municipal y mediante resoluciones de la Intendencia Municipal. El mismo proceso que se implementa a nivel nacional para el sector productivo puede ser llevado a cabo por la autoridad municipal a escala domiciliaria y barrial.

### **El programa debe contemplar las siguientes acciones:**

- Ordenanza municipal por la cual se declara de interés comunitario y prioritario el programa de evitar y minimizar los RSU.
- Programa de educación y promoción comunitaria sobre residuos sólidos y materiales reciclables a cargo de la municipalidad.
- Programa municipal de intercambio de materiales recuperados por productos de materiales reciclados, con industrias relacionadas para destinarse al uso público comunitario. Por ejemplo:

- Papeles recuperados a cambio de papeles reciclados para ser usados por instituciones públicas.
  - Residuos orgánicos a cambio de compost para jardinería de plazas, avenidas, cementerios, escuelas, etc.
  - Cubiertas y asfaltos a cambio de mezcla asfáltica para pavimentación de vías menores o construcción de cunetas y banquetas, disminuyendo así el costo de la infraestructura vial.
- Programas que desalienten el uso masivo de algunos materiales, por ejemplo:

Tasa al uso de bolsas de plástico en comercios. Se incorpora un precio a cada bolsa de plástico lo que alentará al uso de bolsos de tela para las compras cotidianas. Con ello se pretende disminuir el acceso de bolsas de plástico al relleno sanitario.

### 3.3. Separación - Recuperación

Para la recuperación de materiales valorizables en general se presentan dos posibilidades que se describen en los ítems siguientes:

- Separación en la fuente (recolección selectiva)
- Estaciones de recuperación

#### 3.3.1.- Separación en la fuente

El objetivo específico de una separación de los residuos en la fuente y una recolección selectiva es disponer de materiales valorizables más limpios y uniformes, y por lo tanto de mayor valor comercial en el mercado de materia secundaria.

Los programas de recolección selectiva de RSU pueden ser un instrumento básico para cambiar el comportamiento de la población en el manejo de sus residuos sólidos, animan y promueven la comercialización de materiales reciclables y estimulan la generación de ingresos. En consecuencia, también ayudan a reducir los riesgos para la salud y los gastos municipales en limpieza urbana.

Existen dos sistemas principales de recolección selectiva que pueden ser implementados en forma combinada:

#### A. Puntos de Entrega Voluntaria

Consiste en ubicar en puntos estratégicos contenedores especiales para residuos reciclables. Pueden ser contenedores de diferente color o diseño para los diferentes materiales, por ejemplo vidrio, papel y cartón, textiles y cueros y plásticos.

La coordinación de ese sistema debe estar liderada por la municipalidad local y debe ser acompañado por campañas para la concienciación ciudadana que se

emprenderán por diferentes medios, campañas en centros educativos, medio de comunicación masiva, visitas domiciliarias, lugares de concentración ciudadana, etc. En cuanto a la industria se debe promocionar el uso de productos reciclados y materiales recuperados.

Además se debe lograr la adhesión de los grandes centros de abastecimiento, como son los supermercados, mercados, shopping centers, entre otros y en los grandes complejos residenciales, donde se deberán ubicar, en los sitios de mayor circulación, los contenedores de materiales valorizables.

A este sistema pertenecen también los centros de recogida o centros de acopio, donde los usuarios aportan voluntariamente materiales reciclables y materiales que por su tamaño no pueden ser recolectados por el servicio de aseo. Contribuye a evitar los vertederos clandestinos, depósitos descontrolados de residuos que no son aceptados por el servicio municipal. Estos centros de acopio son áreas vigiladas con varios contenedores, cada uno destinado a recibir una sola categoría de material valorizable.



Foto 1. Contenedores de gran capacidad para colectas públicas

En caso de pequeñas poblaciones o zonas, o barrios con poblaciones menores a 5.000 habitantes se podrán construir pequeños centros de acopio con la finalidad de que la población pueda transportar de forma directa sus materiales valorizables a estos sitios.

Los mismos deberán estar siempre aseados y ordenados, con campañas periódicas de desinfección. De modo a no dar un aspecto de ser un punto donde se arrojan los residuos, sino donde se acopian materiales valorizables para su comercialización.

## B. Recogida Selectiva en la Puerta

La selección se realiza en el domicilio, o donde se colecta el residuo. Generalmente requiere de un recipiente adicional para cada clase de residuo y disponer de bolsas de colores diferentes para una adecuada identificación de cada tipo de residuo.



Foto 2. Contenedores para clasificación de los residuos

### 3.3.2. Estaciones de recuperación

Las estaciones o Plantas de Recuperación de Materiales (PRM) se utilizan para procesar los RSU de tal forma que se facilita la recuperación de fracciones valorizables. Pueden ser plantas únicamente diseñadas para la recuperación o instalaciones construidas en combinación con estaciones de transferencia, rellenos sanitarios o plantas de tratamiento.

Las PRM “limpias” aceptan solamente residuos reciclables separados en el origen y transportados en vehículos recolectores separados. Requieren de un propio sistema de contenedores y recolección. Las PRM “sucias” aceptan los RSU mezclados, de los cuales se trata de extraer los materiales valorizables. En Paraguay actualmente todos los RSU se recolectan mezclados.

Como estaciones de recuperación se consideran como adecuados los siguientes tipos:

- Recuperación y carga manual
- Recuperación manual y carga mecanizada
- Recuperación semi-mecanizada

Estas instalaciones pueden ser utilizadas como estaciones de transferencia, ubicadas tanto en la periferia de las ciudades, como en el relleno sanitario mismo.



Foto 3. Planta Recuperadora de la Municipalidad de Villarrica

[www.villarrica-online.com](http://www.villarrica-online.com)

En el caso de estaciones de transferencia los residuos sobrantes se cargan en contenedores/vehículos de transporte con destino al relleno. En el caso de ubicarse en el relleno sanitario después de la recuperación de los materiales valorizables los residuos se tienen que transportar al frente de trabajo. En ambos sistemas, después de la recuperación, se necesita una transferencia de los materiales (aunque sea interna como el caso de ubicarse en el relleno sanitario). Además la recuperación de materiales puede ser vinculada con el tratamiento, como el caso de los residuos orgánicos.

### 3.4. Compostaje y Lombricultura

Compostaje es el proceso que se utiliza para convertir los residuos orgánicos en un abono especial, denominado compost, que se puede reutilizar en agricultura. El compostaje individual por parte del generador en su patio o jardín es un método para que los residuos biológicos no se transformen en residuos recolectados por la Municipalidad.

#### 3.4.1. Compostaje aerobio

Existen dos procesos distintos de compostaje aerobio:

- Lombricultura
- Compostaje con microorganismos.

El compostaje con Lombricultura se ejerce solamente en pequeña escala con residuos de jardines y no se puede considerar para soluciones de RSU.

Podrá implementarse el vermicompostaje, se usa material de origen vegetal mezclado eventualmente con estiércol para la producción de humus. Este humus se denomina vermicompostado. Se puede usar restos de caña de azúcar, rastrojos, papeles, desechos de la poda de jardines, residuos de comida (cáscaras de frutas y vegetales). Este material se pre-compostifica y recién entonces se introducen las lombrices para producir el vermicompostado que tiene apariencia húmeda y barrosa.



Foto 4. Lombrices rojas californianas



Foto 5. Método de compostificación en cúmulos

Las camas de vermicompostaje por lo general son de 30 cm de profundidad por 1 a 2 m de ancho; el largo depende de la materia orgánica disponible y volumen de las lombrices.

Para la elaboración del compost domiciliario se puede implementar la compostificación en cúmulos.

El método de compostificación en cúmulos permite procesar de manera continua los residuos sólidos orgánicos.

### 3.5. Disposición final

Hay distintas formas de disposición final, como función de la cantidad de residuos enterrados.

#### 3.5.1. Áreas sin servicio de recolección

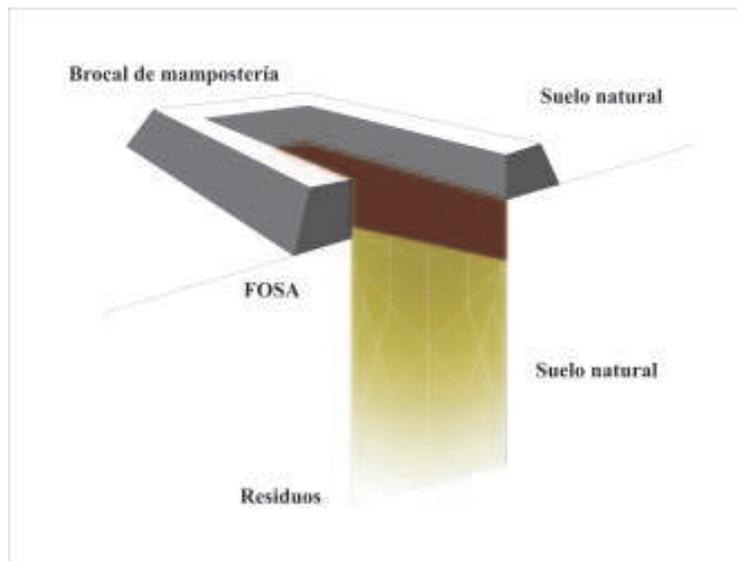
Grandes áreas de Paraguay no cuentan con un servicio regular de recolección de sus RSU y por eso tienen que enterrar los mismos en sus propios predios.

Se podrá implementar

- Compostaje propio de los residuos orgánicos.  
Para la elaboración del compost domiciliario una posibilidad es la implementación de la compostificación en cúmulos.  
El método de compostificación en cúmulos permite procesar de manera continua los residuos sólidos orgánicos. Los cúmulos se construyen con la materia orgánica que se desea procesar sobre la superficie del suelo, lo que resulta fácil de implementar y generalmente se realiza en el campo.
- Enterramiento de los otros residuos en fosas sanitarias.  
Para el enterramiento se recomienda seleccionar un lugar en el fondo del terreno, a una distancia de más de 15 m de cualquier fuente de suministro natural de agua y a más de 5 m de cualquier habitación.

Las medidas del pozo estarán en función a la profundidad del nivel freático, porque en todos los casos, la base de la fosa deberá estar por lo menos a dos metros sobre el mismo, para disminuir las posibilidades de contaminación de éste. Además deberá poseer una tapa que podría ser de hormigón armado, madera o chapa. Cuando se observa que la fosa está a menos de 0,50 m de llenarse, se debe proceder a la construcción de otra nueva y al tapado de la anterior con la tierra retirada de la nueva. Con el excedente de la tierra se levanta unos 10 a 15 centímetros el brocal donde se asienta la tapa, para evitar el ingreso de aguas de lluvias, el resto de la tierra se acumula para ir cubriendo cada tanto unos centímetros, y así evitar la formación de olores y/o la proliferación de vectores.

**Figura 2: Fosa sanitaria**



### 3.5.2. Áreas con servicio de recolección

Se podrá implementar la construcción de rellenos sanitarios manuales ubicados en puntos estratégicos de las localidades, atendiendo siempre requerimientos legales.

#### A.- Requisitos que deberá cumplir el relleno sanitario

El relleno sanitario podrá contar con<sup>2</sup>:

- Garantía de estabilidad del terreno contra deslizamientos
- Distancia a la capa freática mínima 3 m
- Distancia a fuentes de agua potable mínima 1 km
- Vías internas de acceso
- Cercado periférico
- Base simple
- Canales periféricos para aguas pluviales
- Caseta, bodega, servicios sanitarios, infraestructura básica
- Equipos y materiales de primeros auxilios
- Cobertura periódica
- Cobertura final impermeable
- Taludes finales con inclinación menor a 35%
- Diseño de diferentes fases del sitio
- Diseño de la configuración final del sitio con su tratamiento paisajístico

<sup>2</sup> Relleno Tipo A establecido en el Plan Maestro de Gestión de Residuos Comunes en la Región Oriental de Paraguay

- Vida útil mayor a 10 años
- Registro de los residuos
- Área cerca del ingreso donde particulares dispongan su basura
- Personal: cantidad y capacitación según tamaño y forma de operación
- Supervisión permanente por personal capacitado

Se podrá implantar base compactada en reemplazo a base simple.

En lo que respecta a infraestructura se contempla la construcción de un galpón de recuperación de materiales valorizables.

## B.- Ubicación

En lo que hace a la ubicación del relleno sanitario en la Resolución 282 de la Secretaría del Ambiente se establece:

Distancia de cursos hídricos, áreas inundables, manantiales y bañados	Mayor a 200 metros, distancia medida horizontalmente a partir de la cota máxima de inundación.	
Distancia de zonas urbanas	Menor a 5.000 hab.	500 – 2.000 metros a partir del perímetro urbano.
	5.000 a 15.000 hab.	2.000 – 5.000 metros a partir del perímetro urbano.
	Mayor a 50.000 hab.	5.000 – 10.000 metros a partir del perímetro urbano.
Distancia de rutas	Nacionales	100 metros a partir de la franja de dominio.
	Departamentales	50 metros a partir de la franja de dominio.
	Municipales	20 metros a partir de la franja de dominio.
Aeropuertos	Internacionales	3.000 metros.
	Nacionales	1.000 metros.
Distancias de áreas de protección ambiental y cultural	1.000 metros.	
Tamaño del área	De acuerdo con la vida útil pretendida.	
Vida útil mínima	Igual o mayor a 5 años.	
Facilidad de acceso	El acceso al terreno debe tener buenas condiciones de tránsito de manera que permita el ingreso de los vehículos recolectores inclusive en días de lluvia.	
Profundidad de la napa freática	Para rellenos sanitarios con impermeabilización de base a través de membranas plásticas, la distancia de la napa freática a la base no podrá ser inferior a 1,5 m. Para rellenos sanitarios con impermeabilización de base a través de camada de arcilla, la distancia de la napa freática a la base de mas de 3,0 metros y la camada impermeabilizante deberá tener un coeficiente de permeabilidad de $1 \times 10^{-7}$ cm/s.	
Coeficiente de permeabilidad del suelo	La permeabilidad del suelo es clasificada en cinco franjas: Permeabilidad $\geq 10^{-1}$ cm/s (alta infiltración); Permeabilidad entre $10^{-3}$ y $10^{-4}$ cm/s (media infiltración); Permeabilidad entre $10^{-4}$ y $10^{-5}$ cm/s (baja infiltración); Permeabilidad entre $10^{-5}$ y $10^{-7}$ cm/s (muy baja infiltración); Permeabilidad $< 10^{-7}$ cm/s (prácticamente impermeable).	
Pendiente del terreno	La importancia de este criterio es en relación a la preservación del suelo, siendo las áreas con declividad menor a 3% las más adecuadas para el uso pretendido. <i>Obs.: siendo el intervalo considerado entre 1 y 15%, de declive.</i>	
Uso y ocupación del terreno	Las áreas se deben localizar en una región donde el uso de suelo sea rural o industrial y fuera cualquier área de Conservación Ambiental.	
Tipo de suelo	Preferentemente arcilloso.	
Disponibilidad de material de cobertura	Preferentemente el terreno debe contar o encontrarse a menos de 1.000 metros de zonas de préstamo de material para la cobertura diaria de los residuos.	
Distancia al centro de recolección	Es deseable que la distancia hasta el relleno sanitario, sea el menor posible, con vista a reducir los costos relacionados con el transporte.	
Distancia de vivienda más próxima	500 metros.	
Distancia a centros educativos	500 metros.	
Distancia a centros de salud	500 metros.	
Acceso al área	El tráfico de los vehículos transportando los residuos a los rellenos sanitarios puede causar trastorno a los pobladores ubicados en las vías de acceso, por tal motivo es deseable que el acceso al área se realice por vías con baja densidad demográfica.	

## C.- Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario

El método constructivo y la secuencia de la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno escogido, aunque también dependen de la fuente del material de cobertura y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras distintas para construir un relleno sanitario y, una tercera que sería la combinación de ambas.

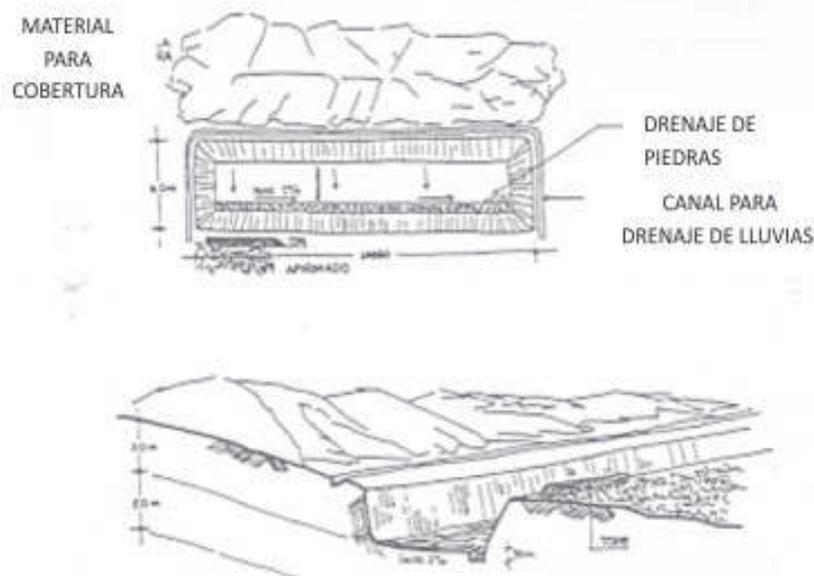
### C.1. Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga. Se realizan normalmente excavaciones rectangulares, pudiendo llegar a profundidades de hasta 1,5 m. Es de anotar que existen experiencias de excavación de trincheras hasta de 7 m de profundidad para relleno sanitario. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con la tierra.

Se debe tener cuidado en época de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. Por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlos y desviarlos e incluso proveerlos de drenajes internos. En casos extremos, puede requerirse el bombeo del agua acumulada. Las paredes longitudinales de las zanjas tendrán que ser cortadas de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie del suelo no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación. (Ver Figura 3).

**Figura 3. Método de trinchera para construir un relleno sanitario**



Las paredes laterales de la zanja serán excavadas con pendientes correspondientes al tipo de suelo encontrado en el predio, como pendiente máxima se ha establecido 1:2.

Para la construcción de la base de la zanja, que incluyen fondo y paredes laterales, se utiliza suelo compactado.

El método más eficaz para controlar el agua de lluvia es cubrir toda el área superficial de las zanjas o de los terraplenes de basura con un techo ligero de palma, paja o plástico (similar al de los invernaderos); con ello se impedirá el ingreso de la lluvia que cae directamente sobre las zonas terminadas y el frente de trabajo. Este método puede disminuir en 90 ó 95% la generación de lixiviado. El lixiviado generado se quedará confinado en el relleno.

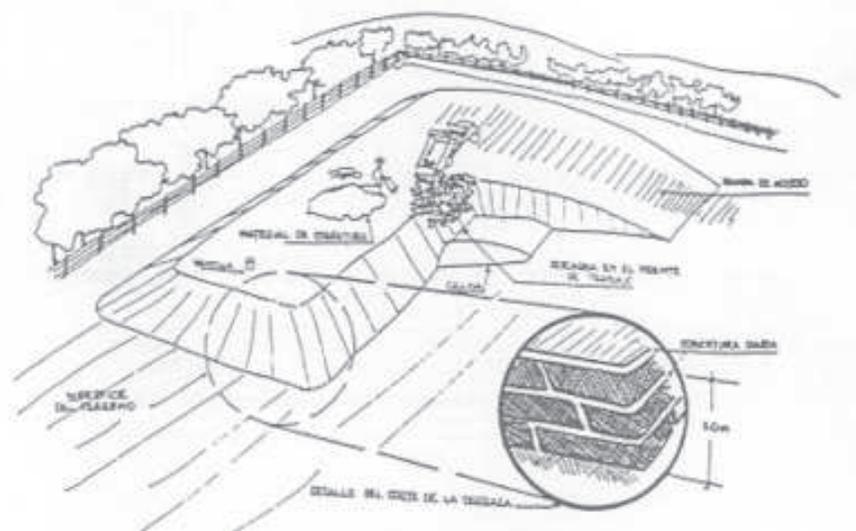
Procedimientos de operación:

- preparar la zanja según los planos
- depositar los residuos desde arriba
- esparcir y compactar adecuadamente
- enterrar al final del día de operación
- compactar la cobertura diaria.

## C.2. Método de área

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras, éstas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

**Figura 4. Método de área para construir un relleno sanitario**



### C.3. Método de Rampa o Combinado

Este método consiste en una combinación de los métodos anteriores y se diferencia del método de las áreas en que los camiones recolectores no bajan a las áreas activas del relleno, sino vuelcan sus residuos desde la zona perimetral (aunque en la práctica no necesariamente ocurre esto). Es necesario mencionar que, dado que estos dos métodos de construcción de un Relleno Sanitario tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse lográndose un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

El material de cobertura se excava de las laderas del terreno, o en su defecto se debe procurar lo más cerca posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno, es decir, la basura se vacía en la base del talud, se extiende y apisona contra él, y se recubre diariamente con una capa de tierra de 0,10 a 0,20 m de espesor; se continúa la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie.

**Figura 5. Método de rampa o combinado**

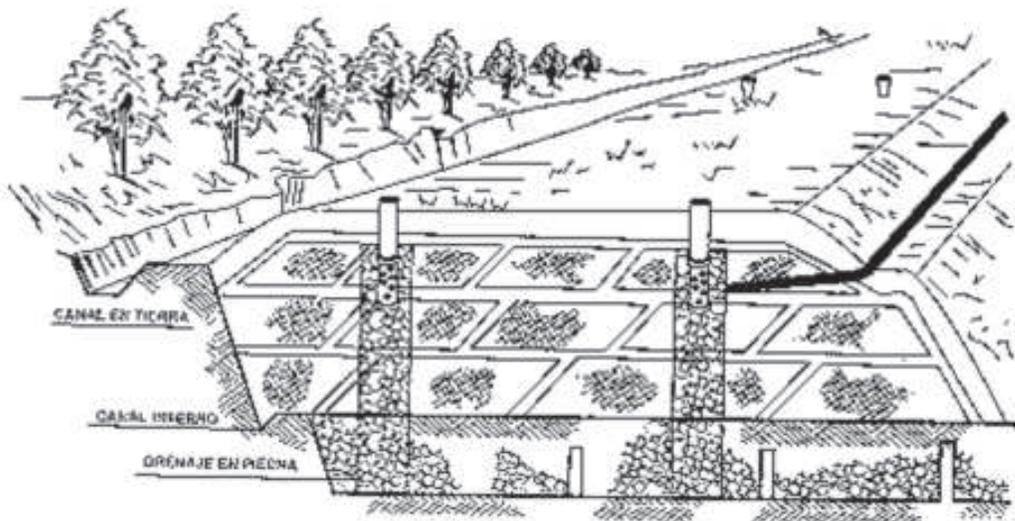


#### C.4 - Principios Básicos de un Relleno Sanitario

Se considera oportuno resaltar algunos principios básicos:

- Supervisión constante, mientras se vacía, recubre la basura y compacta la celda, para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.
- La altura de la celda es otro factor importante a tener en cuenta; para el relleno sanitario manual, se recomienda una altura entre 1,0 m a 1,5 m para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- Es fundamental el cubrimiento diario, con una capa de 0,10 a 0,20 m de tierra o material similar.
- La compactación de los desechos sólidos es preferible en capas de 0,20 a 0,30 m y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, alcanzando a largo plazo una mayor densidad y vida útil del sitio. Una regla sencilla indica que, alcanzar una mayor densidad, resulta mucho mejor desde el punto de vista económico y ambiental.
- Desviar aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.
- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 m de espesor, se efectúa siguiendo la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que sostenga vegetación, para lograr una mejor integración al paisaje natural.

**Figura 6. Corte transversal de un Relleno Sanitario**



## 4. BIBLIOGRAFÍA

- OPS/OMS Paraguay. Evaluación Regional de los Servicios de Manejo de los Residuos Sólidos Municipales. Informe analítico de Paraguay. Evaluación 2002.
- Secretaría Técnica de Planificación – STP. Plan Maestro de Gestión de Residuos Sólidos Comunes en la Región Oriental de Paraguay. 2005.
- OPS/CEPIS/PUB/02.93. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. 2002



ISBN 978-92-75-33102-6 (Impreso)  
ISNE 978-92-75-33200-9 (Web Pdf)

