



**Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el
Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la
República Dominicana**

**Manual de Tratamiento Intermedio
y Reciclaje**

MAYO 2017



GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ADN	Ayuntamiento del Distrito Nacional
APP	Asociación Pública-Privada
CCN-GIRESOL	Comité Coordinador Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos
CONARE	Comisión Nacional para la Reforma del Estado
ET	Estación de Transferencia
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
FOCIMIRS	Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana
GIS	Sistema de Información Geográfica
GIRS	Gestión Integral de residuos sólidos
MEPyD	Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo
MIREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MIRS	Manejo Integral de residuos sólidos
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PO	Plan de Operaciones
PPC	Producción per Cápita
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
RS	Residuos sólidos
RSM	Residuos sólidos municipales
RSU	Residuos sólidos urbanos
SEMARNAT	Secretaría Mexicana de Medio Ambiente y Recursos Naturales

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
PARTE I.....	3
1 GENERALIDADES.....	3
1.1 Antecedentes y Situación Actual del Reciclaje en República Dominicana.....	3
1.2 Marco Legal	12
1.3 Reciclaje: Conceptos básicos	14
PARTE II.....	36
2 PLANIFICACIÓN.....	36
2.1 Estrategias para un programa de reciclaje	38
2.2 Planta de recuperación de materiales –PRM.....	39
2.3 Instalación de una Planta de Compostaje.....	49
PARTE III.....	52
3 OPERACIÓN.....	52
3.1 Implementación de un Programa de Reciclaje en la Comunidad	52
3.2 Operación de la instalación de recuperación de materiales.....	57
CONCLUSIÓN	58
BIBLIOGRAFÍA	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Precios de materiales reciclables en la MGSD	5
Tabla 2	Comparación de precios de materiales reciclables en Paraguay y RD	6
Tabla 3	Generación de residuos potencialmente reciclables en la MGSD	7
Tabla 4	Empresas dedicadas a actividades de reciclaje o relacionadas – Marzo 2017	11
Tabla 5	Especificaciones que deben poseer los materiales para la venta	30
Tabla 6	Residuos apropiados para compostaje y sus efectos	35
Tabla 7	Cronograma de actividades Municipio de Sánchez, FOCIMiRS, 2016.	37
Tabla 8	Condiciones a considerar para dimensionar una PRM	44
Tabla 9	Equipos útiles para la operación Manual de una PRM.....	46
Tabla 10	Formato de resultado semanal Municipio de Sánchez. FOCIMiRS- 2016.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Exportación de materiales reciclables 2008 – 2015.....	4
Figura 2	xx.....	4
Figura 3	Detalle de las exportaciones de materiales residuales 2013 – 2015	5
Figura 4	Pasos para la recuperación de multimateriales con valor comercial	10
Figura 5	Ejemplo de cadena de reciclaje que incorpora una planta de tratamiento	16
Figura 6	Ejemplo de cadena de reciclaje con separación en la fuente	17
Figura 7	Jerarquía de intervención en materia de RS, según “Proyecto de Ley de gestión integral de residuos sólidos y coprocesamiento”.....	19
Figura 8	Tiempo de Descomposición aproximado de algunos materiales.	21
Figura 9	Tipos procesos de tratamiento de residuos sólidos urbanos -RSU.....	22
Figura 10	Símbolos del Reciclaje	23

Figura 11	Colores para la clasificación de los materiales reciclables.	24
Figura 12	Etiquetado de los diferentes tipos de plástico.....	26
Figura 13	Proceso de reciclaje del plástico.....	26
Figura 14	Proceso de reciclaje del papel y el cartón.	27
Figura 15	Ejemplo de Cadena de reciclaje del vidrio.....	28
Figura 16	Proceso de reciclaje del Metal.	29
Figura 17	Esquema de una estación de separación de residuos en la fuente	29
Figura 18	Ciclo de la materia orgánica en la naturaleza (1), y en el compostaje (2).....	31
Figura 19	Proceso del compostaje.	33
Figura 20	Disminución de peso y volumen de los residuos orgánicos durante el compostaje.-	33
Figura 21	Secuencia de actividades en una PRM de operación manual.....	44
Figura 22	Secuencia de actividades en una PRM de operación mecánica	44
Figura 23	Distribución del espacio de una PRM.....	46
Figura 24	Diagrama de Flujo óptimo en una PRM.....	48
Figura 25	Distribución de las mesas de trabajo en una PRM.....	49
Figura 26	Compostera cerrada para técnica doméstica.	51
Figura 27	Encuesta aplicada a la población-objetivo, Sánchez. FOCIMiRS-2016.....	55

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	Pilas de compostaje a cielo abierto.	50
Foto 2	Composteras hechas con madera reutilizada de paletas.	50
Foto 3	Máquina trituradora de residuos en la planta de compostaje de Punta Cana, R.D.	51

PRESENTACIÓN

Una de las principales problemáticas de la raza humana es que las necesidades son ilimitadas, en tanto que los recursos naturales disponibles en el medio ambiente para su satisfacción son limitados, finitos. La necesidad de equilibrar los impactos ambientales de la actividad humana es cada vez más evidente. Por otro lado, es una realidad que, en la gestión de los residuos sólidos a nivel mundial, los territorios se están quedando sin espacio para el depósito definitivo de los mismos o encuentran seria oposición de la población a su instalación; por lo que cada vez más, se buscan alternativas que, a la vez que protegen los recursos, permiten alargar la vida de los sitios de disposición final.

El problema de los residuos sólidos en la gran mayoría de los países y, particularmente en determinadas regiones, viene agravándose como consecuencia del acelerado crecimiento de la población, su concentración en las áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y el aumento en el nivel de vida; así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. La República Dominicana no escapa a esta realidad. Las municipalidades se enfrentan al problema que representa el volumen creciente de los residuos que se generan, los cuales, en su mayoría, terminan convirtiéndose en basura, cuyo destino final son los vertederos a cielo abierto; perdiéndose así la oportunidad de aprovechar importantes recursos.

A toda la problemática planteada, el reciclaje constituye una buena alternativa, ya que, por un lado, reduce los residuos que van a la disposición final y contribuye a optimizar los costos de la gestión de los residuos; mientras que, por el otro, permite racionalizar el uso de los recursos naturales y proteger el medio ambiente con pequeñas, pero esenciales actividades que pudieran empezar desde los hogares.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales inició en enero del 2014 el “Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional –FOCIMIRS”, con el apoyo del pueblo japonés, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón –JICA, por un periodo de tres años. Durante las discusiones del proyecto, se identificó

la necesidad de preparar materiales de apoyo que servirían de soporte a los municipios para la preparación de sus planes de GIRS. De ahí que se contemplara la elaboración de manuales que aborden todas las etapas del manejo de los residuos, así como otros aspectos complementarios de vital importancia para garantizar una gestión integral sostenible de los residuos sólidos.

Es así como nace el “Manual de Tratamiento Intermedio y Reciclaje”, con el objetivo de proveer a los municipios de una herramienta que les permita desarrollar su capacidad para elaborar estrategias y programas dentro de sus planes municipales, incorporando actividades de tratamiento intermedio y reciclaje que permitirán mejorar las condiciones actuales de la gestión de los residuos sólidos. Además, este manual instruye respecto a la importancia de concienciar e incentivar a la ciudadanía sobre la separación de los residuos sólidos en la fuente de generación, como un actor clave en su gestión integral, promoviendo la “cultura del reciclaje”, mediante la estrategia de las 3R's: Reducir, Reutilizar y Reciclar.

PARTE I

1 GENERALIDADES

1.1 Antecedentes y Situación Actual del Reciclaje en República Dominicana

1.1.1 Antecedentes

Aunque de manera informal, la actividad de recuperación de materiales se realiza en el país desde hace muchos años, por lo menos, desde época de la fundación de la “Fabrica Nacional del Vidrio en San Cristóbal”, la cual compraba objetos de vidrio, a fin de incorporarlos al proceso productivo.

La segregación y recuperación de materiales no se realiza en gran escala y como en muchos otros países de ALC, Asia y África, han sido los segregadores informales, hoy denominados recicladores de base, quienes han realizado una intensa labor de “captura” de los materiales de interés comercial. A pesar de la informalidad, con el paso de los años se ha ido constituyendo un intenso circuito de reciclaje a nivel nacional, donde intervienen los buzos, intermediarios mayoristas, detallistas y diversas empresas. Estas últimas compran principalmente materiales como metales (hierro, acero, cobre, aluminio, latón, zinc, estaño, plomo, níquel), botellas de vidrio, plásticos, papel, cartón y metales; los cuales son luego vendidos, dentro y fuera del país, como materia prima para la fabricación de nuevos productos o simplemente para ser reutilizados, como en el caso de las botellas de vidrio.

República Dominicana, entre los años 2013-2015, exportó un total de 1,149,925 toneladas de materiales recuperados de diversos tipos, por un valor de US\$408,724,328.00 (CEI-RD), como se muestra en el gráfico 01. Los materiales exportados fueron: hierro y acero, aluminio, cobre, plásticos, telas, plomo, vidrio, zinc, platino, estaño y láminas acrílicas, entre otros. El gráfico 01 presenta la evolución de las exportaciones de materiales residuales durante el periodo señalado.

Los mercados receptores de esos materiales fueron, principalmente: China (Taiwán), Vietnam, República Popular China, Corea del Sur, Bangladesh,

Tailandia, India, Malasia, Singapur, Puerto Rico, Italia, Pakistán, Indonesia, Estados Unidos, Holanda, España y Brasil.

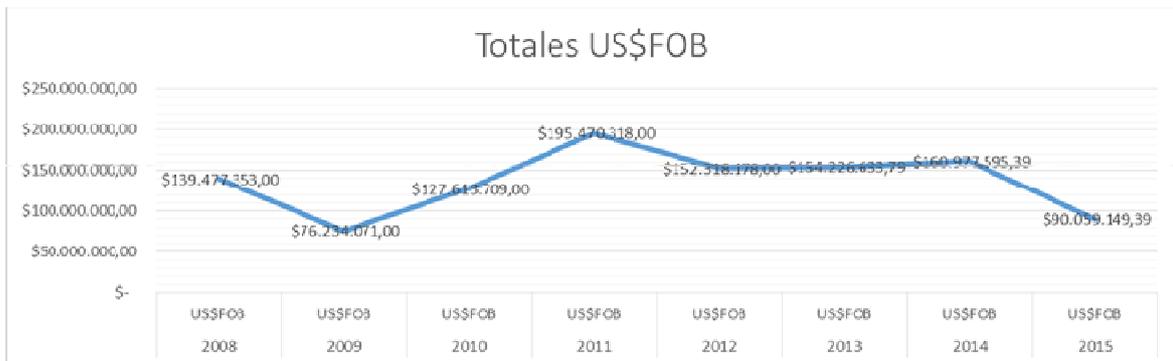


Figura 1 Exportación de materiales reciclables 2008 – 2015 en US\$

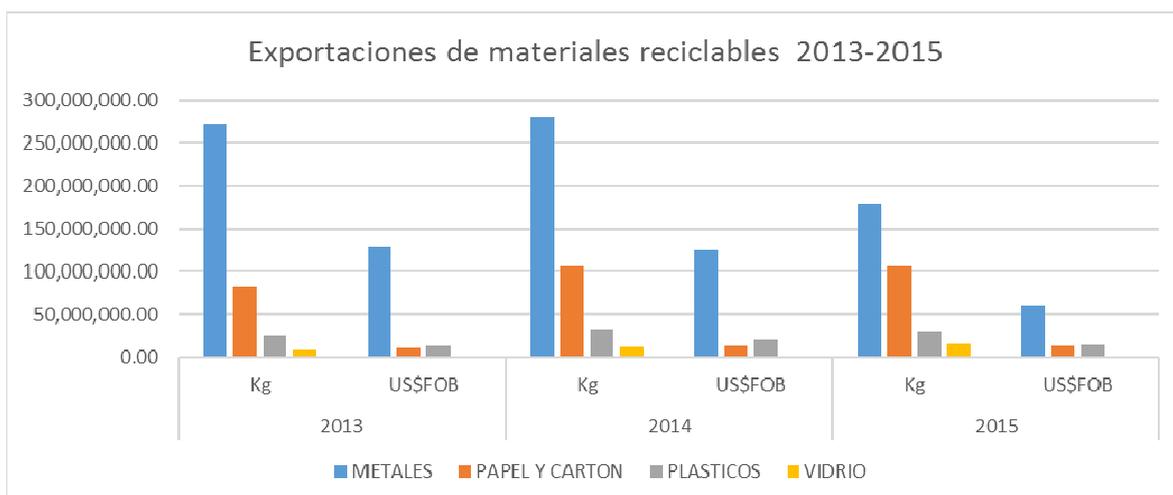


Figura 2 Exportación de materiales reciclables 2008 – 2015 en Kgs.

Elaboración propia – Proyecto FOCIMIRS. Fuente: CEI-RD

Como puede apreciarse en las gráficas, las cantidades exportadas se han mantenido bastante estables, excepto para el 2015. Esto se debe a la baja generalizada de precios de estos materiales, fruto de la caída de los precios del oro negro. De lo que se deduce que la actividad ha logrado mantenerse a través del tiempo.

Los metales constituyen el componente más importante, tanto en peso como en valor monetario. A continuación, se presenta el detalle de las exportaciones para el periodo 2013-2015.



Elaboración propia – Proyecto FOCIMIRS. Fuente: (CEI-RD) - 2016.

Figura 3 Detalle de las exportaciones de materiales residuales 2013 – 2015

Durante el año 2011, se realizó un importante estudio en la Mancomunidad del Gran Santo Domingo – MGSD, denominado *“Plan Maestro para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Mancomunidad del Gran Santo Domingo”*, en el cual se presentan los precios de los materiales reciclables para entonces.

Tabla 1 Precios de materiales reciclables en la MGSD

MATERIAL	UNIDAD	COSTO - RD \$	COSTO US\$ ⁽¹⁾
Plástico	libra	3.00	0.08
Cartón cajas	Unidad (Según tamaño)	10.00 - 70.00	0.26-1.80
Hierro	kilogramo	12.00	0.31
Aluminio	libra	24.00	0.62
Bronce	kilogramo	75	1.92
Calamina	kilogramo	13.00	0.33
Cobre	kilogramo	110.00	2.82
Vidrio	Unidad	1.00	0.026
RESIDUOS VOLUMINOSOS			
Abanico	Unidad	50 a 300	1.28-7.69
Aire Acondicionado	Unidad	500 a 600	12.82-15.39
Nevera	Unidad	200	5.12
Lavadora	Unidad	200 a 50	5.12-1.28
Vehículos y plantas	Unidad	410	10.51

Fuente: Plan maestro para el Manejo Integral de los residuos sólidos en la Mancomunidad de ayuntamientos del Gran Santo Domingo. (1) Tasa de cambio RD\$39 = 1 US\$

De acuerdo a este estudio, el precio de los materiales varía por temporadas, no sólo en República Dominicana, sino también en los mercados internacionales. En comparación con los precios internacionales de los materiales reciclables, los precios del país están por encima en algunos casos y en otros, por debajo.

Como referencia y a manera de ejemplo, se realizó una comparación de algunos precios de ciertos materiales, como los señalados por la Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX) de Paraguay para el 2010, como se muestra en la tabla que sigue:

Tabla 2 Comparación de precios de materiales reciclables en Paraguay y RD

Materiales	Precio US\$		Comentarios
	Paraguay	Rep. Dominicana	
Plastico	\$ 209.00	\$ 176.00	Mas barato en RD
Hierro/Acero	\$ 144.00	\$ 310.00	Mucho mas caro en RD
Cobre	\$ 2,960.00	\$ 2,820.00	Ligeramente mas barato en RD
Aluminio	\$ 1,168.00	\$ 1,364.00	Mas caro en RD

Elaboración propia – Proyecto FOCIMIRS. Fuente: Red de Inversiones y Exportaciones (REDIEX). Paraguay – 2010.

Esto indica la necesidad de establecer una lectura permanente de la variabilidad de precios en el mercado de reaprovechamiento para maximizar los beneficios económicos del reciclaje.

En la siguiente tabla, se presenta una estimación de los volúmenes de residuos sólidos potencialmente reciclables que se generan en todo el ámbito de la MGSD. Estas cifras ofrecen una noción de las escalas de generación que se están dando en la actualidad en los municipios que componen la MGSD.

Tabla 3 Generación de residuos potencialmente reciclables en la MGSD

Tipo de Residuo Sólido	Promedio General	Generación Total al 2012 (T/día) ⁽¹⁾
▪ Cartón	1.8%	86.2
▪ Papel	6.2%	296.9
▪ Tetrapack	0.9%	43.1
▪ PET	1.5%	71.8
▪ Polietileno de Alta Densidad - PEAD	5.2%	249.0
▪ Otros plásticos	2.9%	138.9
▪ Vidrio	5.1%	244.2
▪ Material Ferroso	0.5%	23.9
Total de residuos comercializables (inertes)	24.10%	1,154 (420 mil ton/año)
Total de residuos biodegradables	57.7%	2,763.3

Fuente: Plan maestro para el Manejo Integral de los residuos sólidos en la Mancomunidad de ayuntamientos del gran Santo Domingo. Promedio de los 5 quintiles. (1) Generación total promedio en el 2012 es de 4,789 T/día.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se tiene que el 57.7% de los residuos es biodegradable. Dada la preponderancia de este tipo de residuo, su reaprovechamiento representaría una actividad a priorizar en la Mancomunidad del Gran Santo Domingo. Por otro lado, estos datos indican el gran potencial para el reciclaje que se ha desarrollado en el país.

También se han desarrollado diversos proyectos de reciclaje o iniciativas vinculadas, entre los que se destacan:

- El proyecto SABAMAR (2002-2006), el cual procuraba el establecimiento de mecanismos eficaces para la recolección y disposición de residuos sólidos domésticos en zonas de difícil acceso del DN, a través de 3 actividades complementarias: creación de microempresas de residuos, sensibilización de los usuarios y el fortalecimiento de la capacidad de gestión institucional para manejo de los RSU. Este proyecto dio lugar a la creación de cinco fundaciones que aún persisten y se dedican a la recuperación y venta de materiales reciclables.
- Programas de separación en la fuente de residuos en el Distrito Municipal las Placetitas (2009) y en SAJOMA (2010), con el apoyo de la GTZ.
- La Campaña “Clasificando Aportas” del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en alianza con ECORED y la LMD, lanzada durante la

celebración de la “Semana Nacional del Reciclaje”, iniciativa que comenzó en el 2013.

1.1.2 Situación Actual

La baja generalizada de precios que han experimentado los materiales a nivel internacional, sobre todo a partir del 2015, debido a la drástica disminución de los precios del petróleo, ha afectado negativamente la actividad de recuperación de materiales, como pudo apreciarse en el grafico 01. La disminución es aún más drástica en el valor FOB, pasando de US\$ 160,977,595.9 a US\$93,520,098.51, lo que representa una disminución en valor monetario de 42% versus 23%, en la cantidad exportada.

En el país existen industrias dedicadas a la transformación de diferentes materiales, sea mediante su trituración y/o compactación, los cuales son luego exportados para ser utilizados como materia prima en otros países. Sin embargo, dada la situación presentada, en lo que respecta a las empresas dedicadas al reciclaje en sí o a actividades colaterales, muchas han cerrado sus operaciones, grandes y pequeñas, principalmente las que procesaban materiales plásticos.

En otro orden, a pesar de la situación, diferentes iniciativas y proyectos se siguen desarrollando a nivel nacional, en materia de recuperación de los materiales reciclables para ingresarlo al ciclo productivo; ejecutados por instituciones públicas, bajo el auspicio de agencias internacionales de cooperación, por el sector privado y por organizaciones no gubernamentales -ONGs. A continuación, se muestran algunos ejemplos:

- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Programas 3Rs con instituciones gubernamentales, iniciado en febrero del 2015. Participantes: Ministerio de Industria y Comercio, Dirección General de Aduanas, Instituto Agrario Dominicano, Lotería Nacional, Dirección General de Pasaportes, Fiscalía del Distrito Nacional y Ministerio de Agricultura.
- Centro de Innovación Atabey y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Programa “Punto Limpio” en los sectores de Villa Francisca, Los Ríos y Espaillat.
- CEDAF desarrolla programas con centros educativos: Programas 3Rs “Yo reciclo con Puntos Limpios” y el programa “**Soy Ecoeficiente**” con apoyo

del Banreservas, Banco Popular y ARS Universal, . Se denominan LA RED 3Rs. JICA también apoya los programas 3Rs. Por otro lado, ha iniciado con el Ministerio de Educación -MINERD, el proyecto “Escuelas Ecosostenibles”.

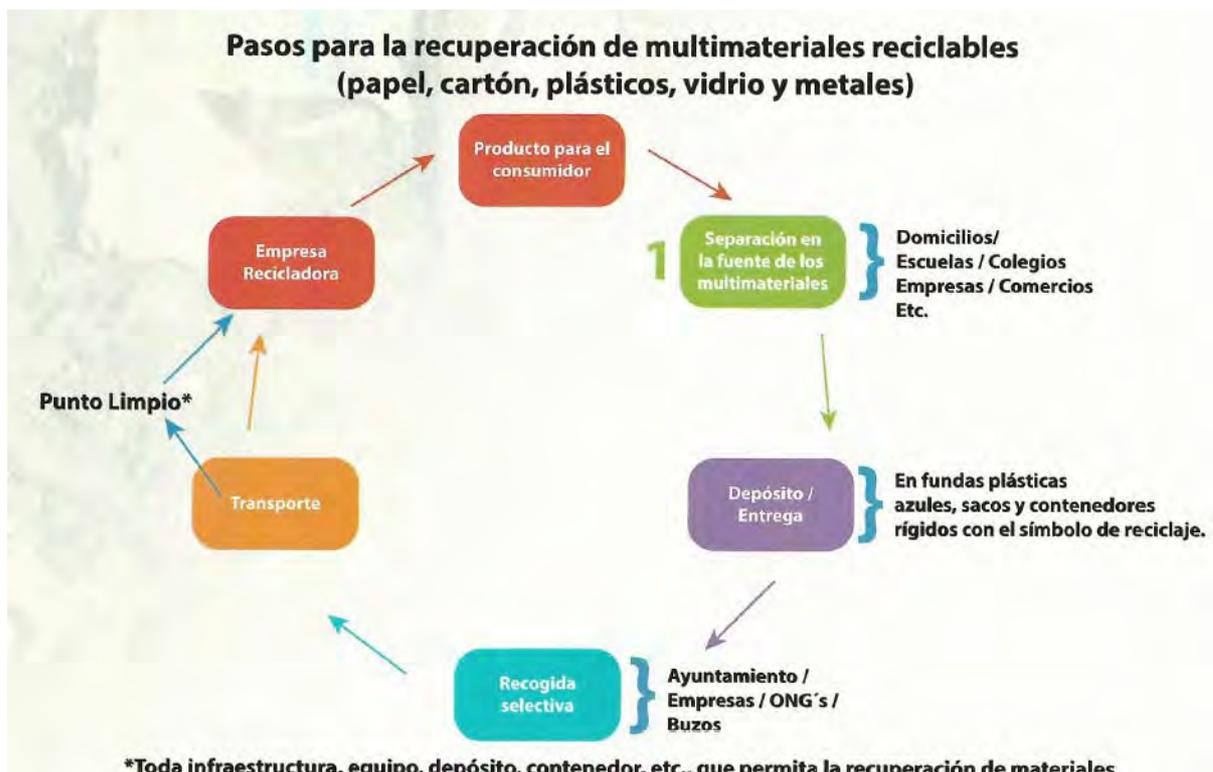
- CEDAF: Proyecto “Vecino Verde” en los sectores de Paraiso, Serrallés y Yolanda Morales.
- ECORED ejecuta un **proyecto** de “Reciclaje Inclusivo” en 3 municipios (SDE, Samaná y SPM), el cual abarca sectores piloto, incluyendo 22 Centros educativos.
- Programas 3Rs en Centros Educativos: Colegio Calasanz, Movearte. Don Bosco,
- GTZ y el Consejo de Cambio Climático: “Proyecto de Cadena de Valor y Coprocesamiento”.
- Planta de recuperación de materiales en el vertedero de Duquesa en Santo Domingo Norte.
- LAVO INVESTMENTS: Instalación de una planta de separación mecanizada en el Eco Parque Rafey, en Santiago.
- Grupo Punta Cana: Centro de Reciclaje e Incineración, donde se recuperan distintos tipos de materiales reciclables e incluso orgánicos, utilizados como biomasa para calderas. También se incineran residuos procedentes de los aviones que llegan al aeropuerto.
- Grupo VICINI: Opera la planta de biomasa Bio Energy, la cual usa el bagazo, subproducto de la caña procesada, para la producción de energía eléctrica. Se ubica en el Ingenio Cristóbal Colón, San Pedro de Macorís.

Dado que este Manual ha sido preparado bajo el Proyecto FOCIMIRS, ejecutado por este Ministerio, se incluyen más detalles sobre el programa “**Punto Limpio**”.



El “Procedimiento para la recuperación de multilaterales reciclables con valor comercial” emitido por el Ministerio en el Año 2015, un “Punto Limpio (PL) se refiere a toda infraestructura, equipo, depósito, contenedor, etc., que permita la recuperación de los multimateriales reciclables con valor comercial”, incluyendo el centro de acopio.

Dicho procedimiento establece los siguientes pasos para la recuperación de los materiales, como se muestra en la figura que sigue:



Fuente: “Procedimiento para la recuperación de multimateriales con valor comercial”. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - 2015

Figura 4 Pasos para la recuperación de multimateriales con valor comercial

Los proyectos de separación y recuperación de materiales cuentan con alianzas

de empresas recicladoras, las cuales compran el material para fabricar otros productos o empresas intermediarias que los empacan para fines de exportación. A continuación un listado de algunas empresas relacionadas a la actividad del reciclaje, que a la fecha, se encuentran operando en el país.

Tabla 4 Empresas dedicadas a actividades de reciclaje o relacionadas – Marzo 2017

Empresa	Ubicación	Material recibido	Productos
Moldeados Dominicanos S.A. (MOLDOSA)	Santo Domingo	Periódico, papel no satinado, cartón	Envases para huevos, portavasos y bandejas desechables.
Recicladora del Cibao	Santiago de los Caballeros	Botellas plásticas, galones, huacales, cartón	Pacas de plástico compactado para para exportación
RIERBA	Santo Domingo	Papel y cartón	Pacas de papel y cartón compactado para exportación.
PLASTIFAR	Santo Domingo	Foam (residuos limpios)	Vasos, platos, sorbetes, envases
CAPOBIANCO Soluciones Ecológicas	Santo Domingo	Envases plásticos de aceite para vehículos, tubería de riego, fundas plásticas	Mobiliario urbano de interior y exterior (contenedores) y recipientes varios.
Metales Antillanos	Santiago de los Caballeros	Chatarra de hierro	Hierro para exportación
ECOSERVICIOS	Higüey	Plásticos, cartón, vidrio, metales, aceite usado de cocina y aceite usado de motor (mineral), baterías usadas.	Pacas de plástico, cartón y metales compactados y baterías ecológicas
Green Love	Santo Domingo	Papel, plástico, Tetra-Pak, vidrio, cartón, foam limpio,	Pacas de materiales compactados

Elaboración propia – PROYECTO FOCIMIRS. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección de Residuos Sólidos y Asuntos Municipales - 2017

También existen fundaciones y algunas ONGs que reciben diferentes materiales para su posterior venta, entre las fundaciones se encuentran: ESCOBA, FUCOSAGUSCIGUA 27, FUNDSAURZA, FUNDEMAPU y FUNSACO. Estas

operan en Los guandules, La ciénaga, Guachupita, 27 de febrero, La zurza, La puya, entre otros barrios y sectores.

1.2 Marco Legal

No existe en RD una legislación específica que regule, fomente e incentive la actividad del reciclaje. Sin embargo, dentro de determinadas leyes existen disposiciones pertinentes a dicha actividad. Las dos principales son la “Ley General sobre el Medio Ambiente y los Recursos Naturales” (ley 64-00) y la “Ley sobre el Distrito Nacional y los municipios” (ley 176-07).

La ley 64-00 establece entre las funciones de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales, la de establecer las políticas y normativas para esta actividad, así como el establecer incentivos para la misma. En otro orden, en el Capítulo VI, en los artículos 106 y 108, respectivamente, se ratifica la operación de sistemas de recolección, **tratamiento**, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos, por parte de los ayuntamientos municipales; y se establece la implantación de sistemas de **clasificación** de “desechos”¹ en las instituciones públicas.

La ley 176-07 establece dentro de sus atribuciones, la responsabilidad de los municipios en la gestión de los residuos. Específicamente en el Capítulo 1 “De las Competencias”, en el artículo 19, se indica: normar y gestionar la protección de la higiene y salubridad públicas para garantizar el saneamiento ambiental, además de ofrecer los servicios de limpieza y ornato público, recolección, **tratamiento** y disposición final de residuos sólidos.

También dentro del marco de aplicación de la Ley 64-00 existe:

- a) **Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos.** (NA- RS-001-03 - Sustituye a la RE-DM-01) de junio 2003:
- En el punto 3, “De los principios”, el acápite 3.4 indica: Se incorporarán en la gestión programas y proyectos de reducción en origen de residuos. La valorización y reciclaje se tomarán como

¹ La norma utiliza indistintamente los términos “desechos” y “residuos”. En este documento, la palabra desecho solo aplica para residuos sin ningún potencial de valorización, debido a determinadas características propias de los mismos o por condiciones específicas que impidan su comercialización o aprovechamiento.

medidas básicas de gestión en el proceso de disposición final.

- En el punto 5, “Especificaciones sobre generación, almacenamiento, recolección, transporte y valorización de los residuos”, el acápite 5.7 hace referencia a las “Disposiciones Generales para el Reaprovechamiento, la Valorización y el Reciclaje”.

b) Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales. Febrero 2014.

Entre sus líneas de acción, se establecen:

- Promover la formalización de los segregadores o recuperadores de residuos sólidos, popularmente conocidos como “buzos”.
- Incentivar la recuperación y el reciclaje.
- Incentivar la formalización los centros de reciclaje existentes y creación de nuevos.
- Promover en la población formas alternativas de manejo sostenible de los residuos sólidos domiciliarios.
- Proponer la incorporación en el currículo escolar de los conceptos relacionados con la gestión integral de residuos.

c) Procedimiento para la Recuperación de Multimateriales con Valor Comercial, el cual establece las responsabilidades de los distintos actores involucrados, las alternativas de recuperación y los pasos a seguir.

Vale indicar que, aunque la Ley 218-84 no se refiere al reciclaje en sí; no obstante, su contenido limita el fomento de esta actividad, pues prohíbe la entrada al país de cualquier tipo de basura. En el texto de la misma prácticamente la “basura común” se iguala a residuos peligrosos, como lodos cloacales y residuos industriales tóxicos. Como muestra vale destacar que, en el año 2015, la empresa coreana SOLTEX, instalada en SPM se vio obligada a cerrar sus operaciones porque, en virtud de esta ley, no fue posible que este Ministerio le otorgara un permiso ambiental para traer al país botellas plásticas PET, lavadas y fumigadas, desde países cercanos, con el objetivo de completar la cantidad requerida por su capacidad instalada, pues en el país no se contaba con una logística que permitiera una mayor recuperación de estas botellas. Al

amparo del Art. 204 de la ley 64-00, esta ley pudiera ser revisada y determinar si procede una derogación parcial.

1.3 Reciclaje: Conceptos básicos

La actividad que se conoce como **reciclaje** se refiere a la acción de recuperar residuos sólidos, a fin de reintegrarlos a un ciclo productivo, aprovechándolos como materia prima para la elaboración de nuevos productos finales o intermedios, sean iguales o distintos al tipo de residuo que le dio origen; lográndose con ello beneficios socioeconómicos y ecológicos.

La “Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos” define reciclaje propiamente como “la transformación de las materias segregadas de los residuos, dentro de un proceso de producción, para ser incorporados como materia prima al ciclo productivo”.

Queda claro entonces que el **Reciclaje** de materiales residuales es la transformación de los residuos sólidos, dentro de un proceso de producción, dando lugar a nuevos productos, sea para su fin inicial o para otros fines. En tal sentido, el compostaje es un proceso de reciclaje, al igual que la biometanización; pero no así la incineración con recuperación de energía. En esta última no se aprovecha el material en sí, si no el poder calorífico que contiene, con fines de aprovechamiento energético. Por otro lado, la ceniza no es un nuevo producto, sino un subproducto del proceso de incineración.

La referida norma define también el concepto **Valorización²**: *se refiere a un conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos, sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicio al medio ambiente..* Bajo este concepto caen los cuatro procesos: reciclaje, compostaje, biometanización e incineración.

Los residuos sólidos urbanos son reciclables según las características físicas que contengan y la calidad de los materiales. En la República Dominicana, son reciclables aproximadamente el 85-90%, según distintos estudios de caracterización que se han realizado en distintos lugares del país, incluido los

² Norma para la Gestión ambiental de los Residuos Sólidos No Peligrosos. NA-RS-001-03 Junio 2003 pag. 18.

realizados por el Ministerio de Medio Ambiente, en el marco del proyecto FOCIMiRS, en los municipios de Azua, Moca y Sánchez. También el estudio de la MGSD arrojó cifras comprendidas en este rango.

Visto lo anterior, se podría afirmar sin temor a equivocarse que el reciclaje es un componente clave de la GIRS, resultando prácticamente imposible aplicar un sistema de gestión integral, sin considerar acciones de cara al reciclaje.

Dentro del tema del reciclaje, es importante definir algunas actividades asociadas, vinculadas a lo que se denomina “cadena o circuito del reciclaje”. Entre ellas, se destacan:

Tratamiento: proceso de transformación física, química o biológica de los residuos sólidos para modificar sus características o aprovechar su potencial y del cual se puede generar un nuevo residuo sólido con características diferentes³.

Bajo este concepto entra cualquier método, técnica o proceso, que tenga como propósito cambiar la naturaleza física o química de cualquier residuo, sea para neutralizarlo, recuperar energía, aprovechar los recursos materiales del mismo, transformarlo en otro que sea más fácil y seguro de transportar, almacenar o disponer; o bien en otro de menor volumen. Incluye la valorización, tal y como ha sido definida, pero además tratamientos mecánicos como la separación mecanizada o manual, separación magnética, trituración y compactación, entre otros.

Almacenamiento⁴: es la acción de retener temporalmente los residuos, previo a su entrega al servicio de recolección para su posterior valorización o disposición final.

Aprovechamiento⁵: es todo proceso industrial o manual cuyo objeto sea la recuperación o transformación de los recursos o utilidades contenidos en los residuos.

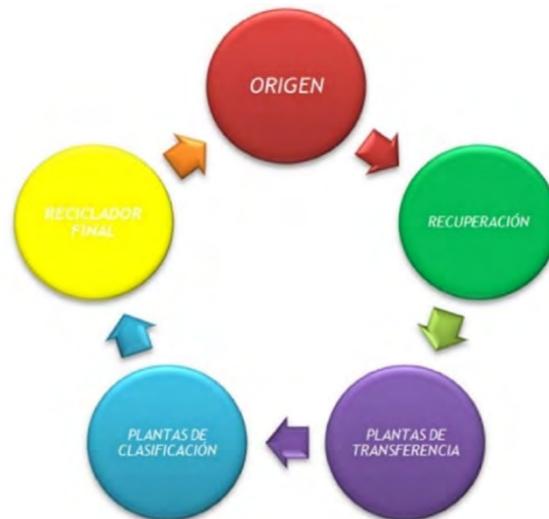
³ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos. Junio 2003. NA- RS-001-03, pág. 18

⁴ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos. Junio 2003. NA- RS-001-03, pág. 8

⁵ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos. Junio 2003. NA- RS-001-03, pág. 8

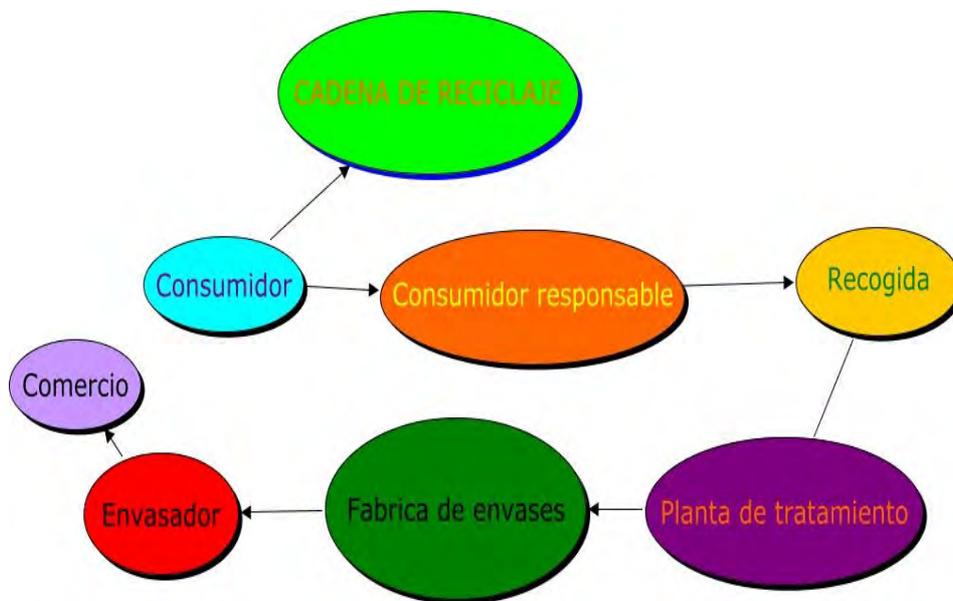
Compostaje⁶: es el proceso mediante el cual los residuos orgánicos son biológicamente descompuestos, bajo condiciones controladas, hasta el punto en el que el producto final puede ser manejado, almacenado y aplicado al suelo, sin que afecte negativamente el medio ambiente.

La cadena de reciclaje dependerá de las actividades que el municipio haya decidido abordar dentro de sus planes de gestión, de allí que la misma será distinta para cada localidad:



Fuente: www.google.com.do/search?q=cadena+de+reciclaje

Figura 5 Ejemplo de cadena de reciclaje que incorpora una planta de tratamiento



⁶ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos. Junio 2003. NA- RS-001-03, pág. 9

Fuente: www.google.com.do/search?q=cadena+de+reciclaje

Figura 6 Ejemplo de cadena de reciclaje con separación en la fuente

1.3.1 Clasificación de los residuos sólidos

Los residuos se pueden clasificar atendiendo a diferentes características o criterios.

Según su naturaleza química, los residuos pueden ser orgánicos e inorgánicos. De acuerdo a naturaleza física, se clasifican en secos y húmedos.

Los **orgánicos** se refieren a materiales que se descomponen de forma natural y no tardan largo tiempo en degradarse. Estos residuos, incluyendo determinados restos de alimentos, se pueden procesar por compostaje y convertirlos en mejorador de suelo o abono para las plantas. En general a los residuos orgánicos se les conoce también como húmedos.

Los residuos **inorgánicos** hacen referencia a aquellos materiales que por sus características químicas no se descomponen de forma natural o tardan largo tiempo en degradarse como el plástico, el vidrio y los metales. Vale indicar que, aunque el papel y el cartón tienen origen orgánico, como no se degradan fácilmente, a los fines de su recuperación, se incluye dentro de los inorgánicos reciclables, conjuntamente con los otros materiales mencionados.

Según la procedencia de los mismos o la fuente de generación, existen muchos tipos de residuos. En este orden, la norma dominicana establece los siguientes tipos:

Comerciales: residuo generado en establecimientos comerciales y mercantiles, tales como almacenes, depósitos, hoteles, restaurantes, cafeterías y plazas de mercado.

Domiciliarios: residuo que por su naturaleza, composición, cantidad y volumen es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

Agrícolas: aquellos generados por la crianza de animales y la producción, cosecha y segado de cultivos y árboles, que no se utilizan para fertilizar los suelos.

Biomédicos: aquellos generados durante el diagnóstico, tratamiento, prestación de servicios médicos o inmunización de seres humanos o animales, en la investigación relacionada con la producción de estos o en los ensayos con productos biomédicos.

De Construcción o Demolición: aquellos que resultan de la construcción, remodelación y reparación de edificios o de la demolición de pavimentos, casas, edificios comerciales y otras estructuras.

Industrial: residuo generado en actividades industriales, como resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipo e instalaciones y tratamiento y control de la contaminación.

La clasificación presentada según peligrosidad, es similar a la indicada en la normativa vigente.

Según su competencia de manejo, se tienen los residuos municipales que son competencia de la autoridad municipal y aquéllos que deben ser manejados por el propio generador.

Los residuos municipales, también denominados urbanos, son residuos sólidos o semisólidos provenientes de las actividades urbanas en general. Pueden tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad del gobierno⁷.

1.3.2 Jerarquía en la gestión de los residuos

Aunque este tema está mejor desarrollado en la “Guía para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos Municipales – PMIRSM” del proyecto FOCIMiRS, dado el tema que nos ocupa, vale hacer referencia a la jerarquía de los residuos.

La jerarquía se refiere al tipo y orden de prioridad de tratamiento que debe recibir un residuo. Este orden de prioridad va desde la prevención/minimización/reducción hasta la disposición final sin peligro.

^{7 7} Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos. Junio 2003. NA- RS-001-03, pág. 16

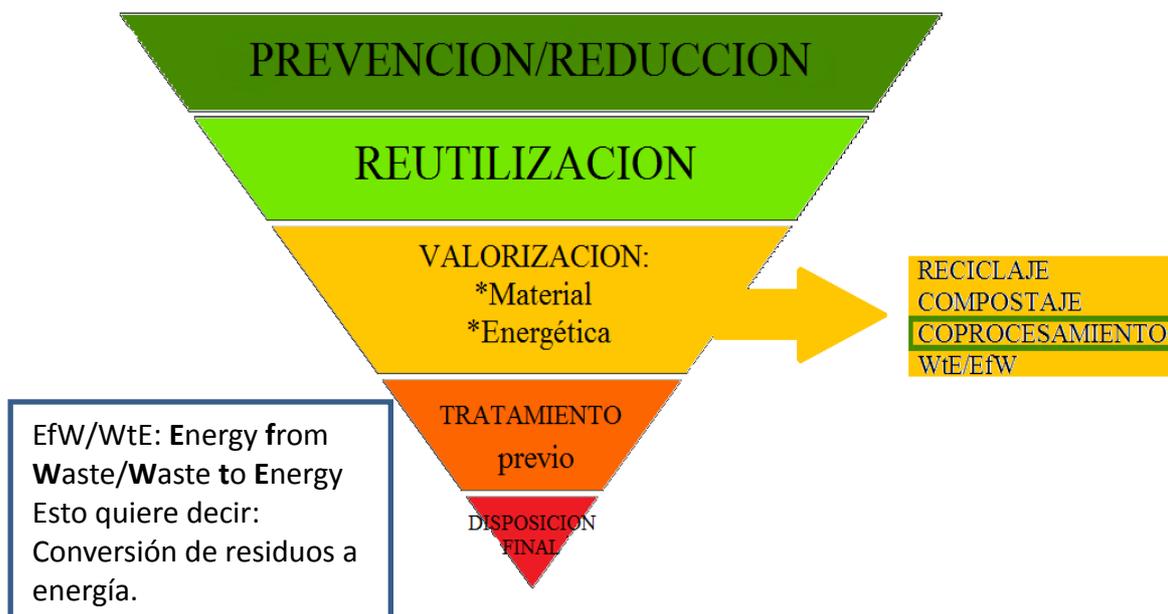
En orden de importancia, las prioridades son:

- Prevención/Reducción: evitar, minimizar y reducir la cantidad de residuos/desechos.
- Reutilización
- Reciclaje
- Valorización de la materia orgánica (compostaje y biodigestión)
- Valorización energética (conversión de residuos a energía)
- Disposición final (previo tratamiento si requerido)

Los objetivos de la jerarquía son:

- Contribuir al uso racional y conservación de los recursos naturales, limitando su explotación.
- Disminuir la contaminación para proteger el medioambiente y la salud humana.

En nuestro país, la jerarquía que se plantea en el “Proyecto de Ley General de residuos sólidos”, actualmente en el Congreso Nacional, se indica en la figura 7.



Fuente: Guía para la formulación de un Plan de GIRS - FOCIMIRS.

Figura 7 Jerarquía de intervención en materia de RS, según “Proyecto de Ley de gestión integral de residuos sólidos y coprocesamiento”.

La jerarquía en la gestión de los residuos se fundamenta en la recuperación y aprovechamiento de valiosos recursos contenidos en los materiales

residuales/desechados, favoreciendo una “Sociedad con Sano Ciclo de Materiales” (SSCM) basada en las 3Rs, una sociedad con ciclo ambiental sostenible o con economía circular. El reciclaje está en el corazón de esta jerarquía.

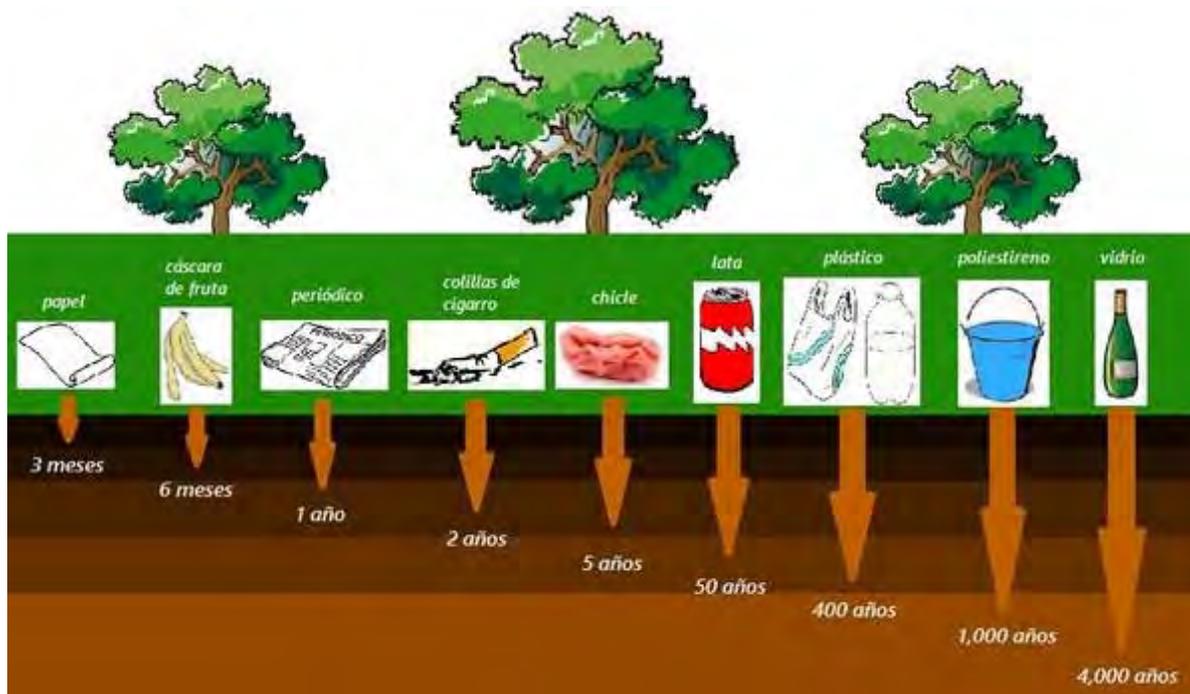
1.3.3 Procesos de reciclaje

La meta de cualquier proceso de reciclaje es el aprovechamiento de residuos. Como actividad comercial, es un elemento de alto valor agregado en cualquier cadena productiva, ya que constituye una estrategia de producción más limpia (P+L), unida al pago por un servicio ambiental (PSA). Conduce a un ahorro significativo en la producción (especialmente en energía, agua y materias primas), fomentando el desarrollo sostenible.

Como ya se indicó anteriormente, el **Tratamiento** se refiere a cualquier método, técnica o proceso, que tenga como propósito cambiar la naturaleza física o química de cualquier residuo, sea para neutralizarlo, recuperar energía, aprovechar los recursos materiales del mismo, transformarlo en otro que sea más fácil y seguro de transportar, almacenar o disponer; o bien en otro de menor volumen.

Para determinar el tipo de tratamiento que sea económicamente viable en cada caso, el primer paso es un Estudio de Caracterización (ver Manual de Caracterización - FOCIMiRS) para determinar la composición, es decir, saber los tipos de residuos que se generan en el municipio y en qué proporción o porcentaje. Conociendo estos valores, se podrá planificar para tomar acciones, de acuerdo al tipo de material y la cantidad producida.

El tiempo de descomposición de los materiales es uno de los factores que ha determinado la necesidad de que los gobiernos recurran a los programas de reciclaje. Un residuo sólido mal dispuesto demorará en descomponerse una media del tiempo que se muestra en la siguiente tabla:

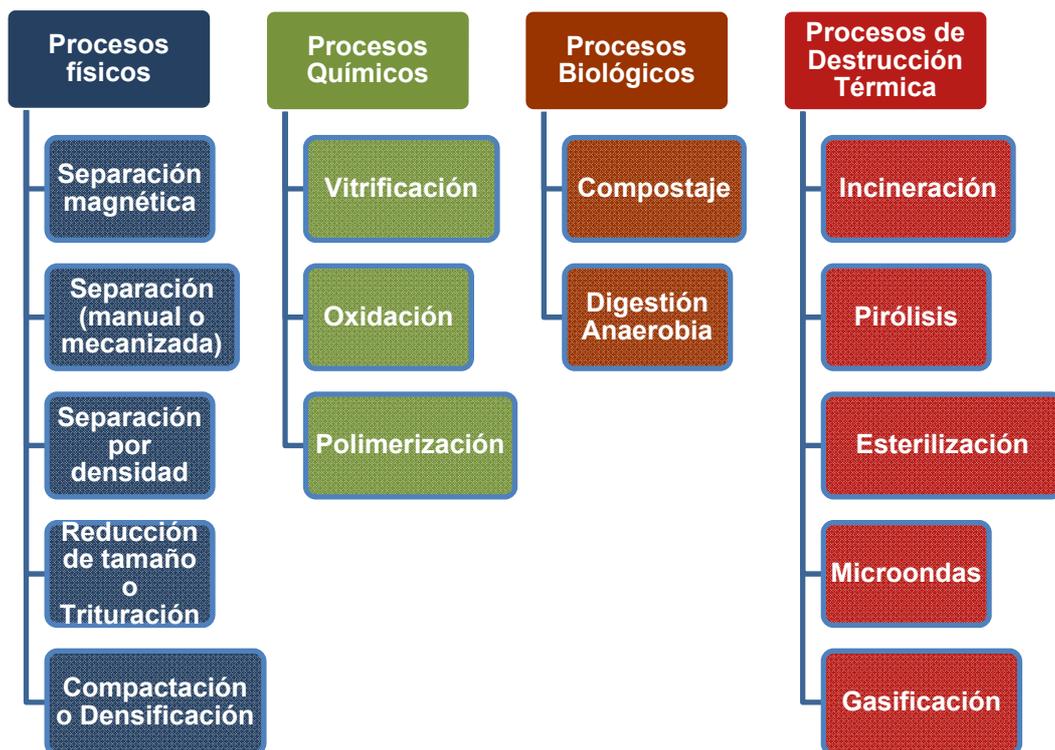


Fuente: Grupo Universitario Ecoucab/ Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela.

Figura 8 Tiempo de Descomposición aproximado de algunos materiales.

Una vez definido el o los procesos para el tratamiento de los residuos, se deben especificar las metas que se quieren alcanzar con cada uno, ya sea para ser tratados bajo la responsabilidad del ayuntamiento como actividad comercial o bajo programas de desarrollo socioeconómico para la población más pobre o para ser enviados a empresas recicladoras que se encarguen de su tratamiento.

Para el tratamiento de los residuos, se puede optar por una gama de procesos, como se presenta en la figura 9:



Fuente: Presentación de Guillermo Encarnación - segunda edición del "Curso internacional para el fortalecimiento de la instrumentación de la GIR con enfoque en 3Rs". México - 2013

Figura 9 Tipos procesos de tratamiento de residuos sólidos urbanos -RSU

Por otro lado, es de vital importancia definir una campaña de educación y concienciación ciudadana, a fin de que las personas, conozcan, entiendan y apoyen el proyecto, dando a conocer los pormenores del mismo.

1.3.4 Símbolos utilizados para el reciclaje

Aunque no han sido estandarizados a nivel mundial, es importante enseñar los símbolos del reciclaje y conocer los que vienen en las etiquetas de los productos, para que en la ejecución de los programas los comunitarios estén conscientes de qué tipo de material se trata y adónde deben llevarlo. La figura 10, muestra los símbolos que pueden venir en un etiquetado o envase:

¿Qué significan estos símbolos?	
	El producto o envase se ha elaborado con materiales que pueden ser reciclados.
	La empresa cuenta con puntos limpios para el reciclaje de estos productos.
	Parte del producto ha sido producido con materiales reciclados. El % puede incluir, o no, el número.
	El "Tidyman" responsabiliza al consumidor por deshacerse del producto en un lugar adecuado.
	El producto ha sido producido con materiales reciclados.
	Variante que significa que ese producto debe ir a un contenedor de reciclaje.

Fuente: Imagen tomada de internet: <https://www.google.com.do/search?q=simbolos+de+reciclaje>

Figura 10 Símbolos del Reciclaje

1.3.5 Colores utilizados en los recipientes para materiales reciclables

En sentido general, cada país establece sus estándares de separación y los colores con los que van a identificar los recipientes para la separación. Sin embargo, en su mayoría, a nivel internacional se han establecido ciertos colores para identificar dichos recipientes o envases de entrega.



Fuente: Imagen tomada de internet: <http://www.inforeciclaje.com/colores-del-reciclaje.php>

Figura 11 Colores para la clasificación de los materiales reciclables.

Generalmente están definidos de la siguiente manera:

- Color azul: corresponde a los residuos de papel y cartón. No todos los papeles son reciclados en el país. Normalmente, se recuperan el papel común (bond), papel periódico y papel satinado (el de las revistas y propaganda comercial).
- Color amarillo: corresponde a los residuos plásticos en sus distintas características. Hay plásticos que tienen más demanda que otros para ser reciclados aquí. Por ejemplo, el PET o No. 1 transparente, es muy cotizado para la industria de fibras para hacer textiles. Ejemplos de materiales plásticos: botellitas de agua, galones de agua y cloro, botellas de aceite, envases de detergentes y productos de lavado y limpieza, entre otros. A

pesar de ser un mismo material, las características de cada tipo de plásticos son diferentes, por lo que normalmente cada uno se recicla de manera separada. Un determinado tipo de plástico podría resultar ser un contaminante para el otro. En países desarrollados, los ciudadanos están obligados a separar distintos tipos de plásticos. Tal es el caso de Japón, Alemania, Bélgica, Holanda, entre otros.

- Color verde: corresponde a los residuos de vidrio en sus distintas características. No existe en el país una industria para el reciclaje del vidrio. No obstante, empresas como la Cervecería Nacional y la industria de refrescos embotellados tienen un protocolo de retorno de envases. El vidrio se separa por color (verde, marrón, transparente, etc.). Ejemplos: botellas de cervezas, de refrescos, botellas de aceite, entre otros.
- Color naranja o marrón: corresponde a los residuos orgánicos (residuos de cocina y jardín) que se descomponen de forma natural y no tardan largo tiempo en degradarse. Se incluyen también en esta categoría, las servilletas que usamos en la mesa.
- Color rojo: corresponde a los residuos peligrosos que necesitan un tratamiento especial. Ejemplos: residuos de hospital no asimilables a los domésticos, residuos químicos, residuos patógenos, entre otros.
- Color gris: corresponde a los residuos que no están contemplados en ninguna de las clasificaciones anteriores.

Cabe destacar que, en la planificación de las estrategias del plan de reciclaje, se deben asociar de la manera más sencilla, de modo que la población asuma los colores para la clasificación.

1) Reciclaje de Plástico

Existen diferentes tipos de plástico y para clasificarlos se usa un sistema de codificación que está aprobado internacionalmente y es el que utiliza la industria para identificarlos.



Fuente: Imagen tomada de internet: <http://kerchak.com/diferentes-tipos-de-plastico/>

Figura 12 Etiquetado de los diferentes tipos de plástico

Hay plásticos que tienen más demanda que otros para ser reciclados. No todos los plásticos son fácilmente reciclables. No obstante, cada vez se están desarrollando más tecnologías, de cara a su integración a un ciclo productivo. Por otro lado, ya existen plantas en operación que procesan botellas PET a partir de PET 100% reciclado, es decir, que a partir de plástico triturado de botellas PET, se elaboran nuevas botellas PET, sin la integración de resina plástica virgen. Sin embargo, esto no es aplicable a todo. En determinados productos y procesos del plástico, así como de otros materiales, existen límites técnicos que impiden el uso de una mayor proporción de material reciclado en la elaboración del nuevo producto.

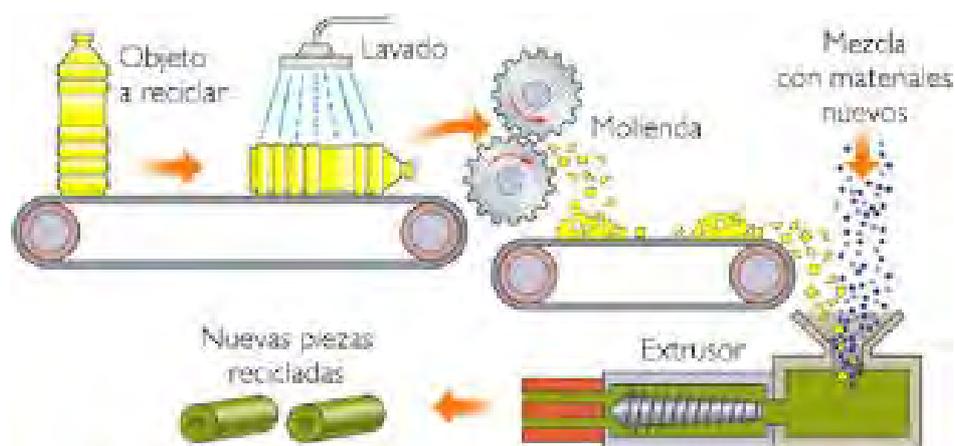


Figura 13 Proceso de reciclaje del plástico

2) Reciclaje del papel y el cartón.



Fuente:

www.google.com.do/search?espv=2&biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&q=cadena+de+reciclaje+del+papel+y+cartón&oq=cadena+de+reciclaje+del+papel+y+cartón

Figura 14 Proceso de reciclaje del papel y el cartón.

3) Reciclaje del Vidrio

El vidrio es uno de los pocos materiales que no tiene límites en la cantidad de veces que puede ser reciclado, sin perder además calidad. Algo similar pasa en el reciclaje de papel.

Desafortunadamente, desde hace muchos años dejó de funcionar en el país, la “Fabrica nacional del vidrio”, la cual operaba en San Cristóbal.



Figura 15 Ejemplo de Cadena de reciclaje del vidrio

4) Reciclaje del Metal

Los residuos de metal se encuentran entre los más cotizados. La gama de productos metálicos es muy amplia. Las empresas metalúrgicas suelen reciclar muchos de los residuos de metal. Los metales que tienen más demanda son cobre, aluminio e hierro. En el país, muchos de estos residuos son exportados para ser reciclados en otros países, constituyendo la fracción más importante de los materiales reciclables exportados.

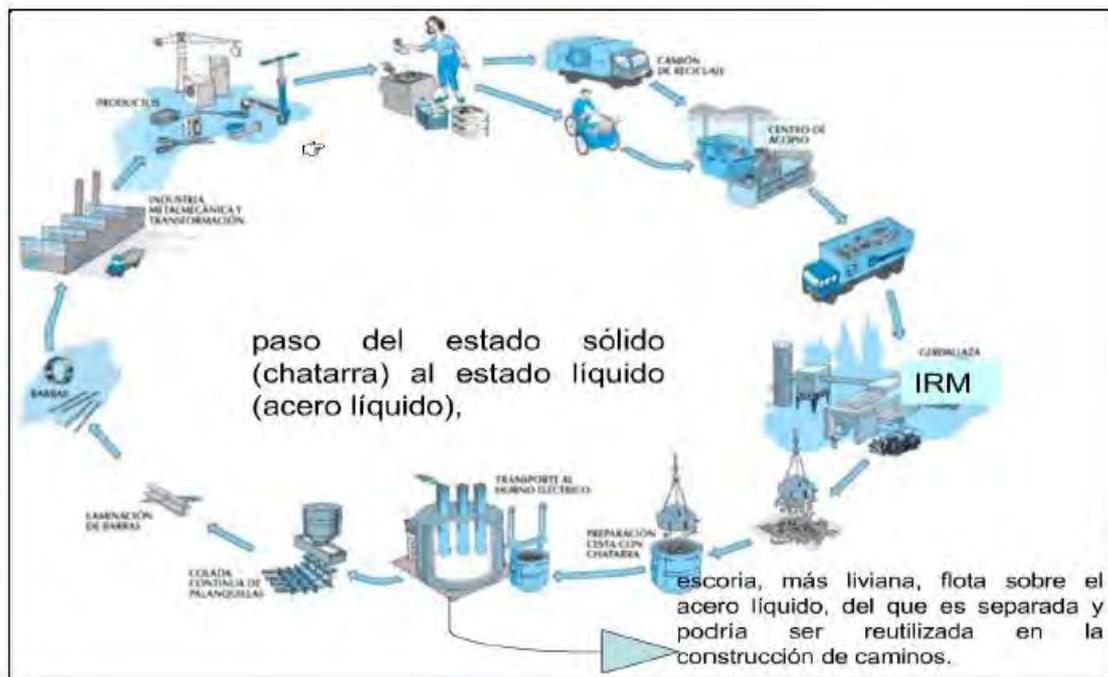


Figura 16 Proceso de reciclaje del Metal.

1.3.6 Separación, almacenamiento temporal y entrega

La **separación** consiste en clasificar en el punto de generación (domicilios, comercio, instituciones, etc.) los residuos sólidos, ubicándolos de acuerdo a su tipo en el recipiente correspondiente (almacenamiento temporal), de acuerdo a las disposiciones municipales.



Figura 17 Esquema de una estación de separación de residuos en la fuente

El **almacenamiento** temporal es una etapa crítica de un plan de reciclaje, ya

que si desde este paso los ciudadanos no asumen el programa de separación, el proceso de segregación debe realizarse después de la recolección, sea en una estación de transferencia o en el SDF. Si esto sucede, los materiales reciclables deben ser sometidos a un proceso de lavado, previo a su incorporación en el ciclo productivo, lo que aumentaría el costo del proceso de reciclaje y, por lo tanto, el plan en sí. En la tabla 5, se muestran las diferentes características mínimas que debe tener cada material, para que tengan un mayor valor en el mercado.

Tabla 5 Especificaciones que deben poseer los materiales para la venta

Residuo	Especificaciones de Compra
Cartón	Seco
	Limpio
	Sin grapas, gomas ni lazos
Papel	Seco
	Limpio
	Sin grapas ni gomas
	Separado por tipo
Plástico	Limpio
	Sin mezcla de residuos
	Separado por tipo, para ciertos procesos
	Molido
	Granulometría requerida
Latas	Limpias
	Sin mezcla de otros residuos
	Compactadas
Vidrio	Limpio
	Sin etiquetas
	Separado por color
	Separado por tipo, para ciertos procesos
	Molido
	Granulometría requerida

La **entrega de los materiales**, por parte de la población, de acuerdo a los requerimientos establecidos por la autoridad municipal, sobre todo al inicio del

plan y hasta que las personas asuman como cotidianas las actividades implantadas, dependerá del éxito de la estrategia de educación utilizada, de la puntualidad en el horario y frecuencia de recogida, de la eficacia del sistema de recolección y transporte, así como del control y seguimiento del plan.

1.3.7 El Compostaje: Importante alternativa de reciclaje

El compostaje es el único tratamiento que permite recuperar los nutrientes de los residuos orgánicos e incorporarlos por completo al ecosistema. De esta forma, la aplicación de compost es un beneficio para el suelo: sobre todo le aporta materia orgánica (suelen ser deficitarios en este componente), mejora su estructura, mantiene la humedad y protege contra la erosión. Este último factor tiene gran importancia ya que está provocando una importante pérdida de suelo fértil, y un aumento en la desertización a nivel mundial.



Fuente: Manual del compostaje en casa. Barcelona- 2000.

Figura 18 Ciclo de la materia orgánica en la naturaleza (1), y en el compostaje (2).

La descomposición de la materia orgánica es un proceso esencial para la vida, que se da continuamente en la naturaleza y de forma espontánea. Por la misma razón, el compostaje, es la forma ideal de reciclar y devolver los restos orgánicos al lugar de donde provienen originariamente.

El compost es el producto resultante del proceso de compostaje.

El compostaje puede realizarse de manera natural (aunque con intervención humana) e industrial. Este último se realiza a gran escala en una industria,

mediante el uso de equipos que aceleran el proceso natural de descomposición de la materia orgánica. El compostaje natural puede ser realizado en cualquier lugar (escuelas, universidades, fincas agrícolas e incluso en las casas). En estas últimas se usan aboneras caseras. A este tipo de compostaje se le llama doméstico o casero. En el “Manual para la Educación Ambiental y la Participación Ciudadana” -FOCIMIRS, existe una sección dedicada a este tema, donde se explica cómo hacer compostaje casero. El municipio también puede decidir instalar una facilidad dedicada al compostaje de los residuos orgánicos generados en su territorio, sea mediante un proceso natural o industrial, luego del estudio correspondiente. El compost resultante puede ser utilizado como mejorador de suelos en los parques y espacios públicos. Así ocurre por ejemplo, en Singapur

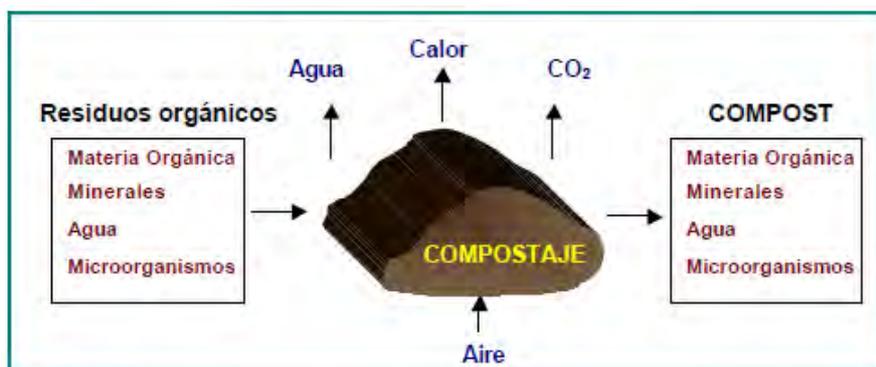
Ventajas del compostaje

El Compostaje puede representar un gran paso en el reciclaje de los residuos domésticos, de cara a la reducción del volumen de residuos que van a disposición final, sobre todo si la fracción orgánica es predominante, como en RD; sin olvidar que es la opción más barata y beneficiosa, desde el punto de vista de salud medioambiental. Entre sus ventajas, se destacan:

- Es un tratamiento al alcance de la comunidad, que puede realizarse con poco esfuerzo, no solo a nivel municipal, sino también a nivel casero.
- Reduce considerablemente el peso y volumen de las bolsas de “basura” que llegan a los sitios de disposición final. Por otro lado, limita los productos fermentables, responsables de los malos olores y líquidos presentes en dichas bolsas.
- El producto resultante es un excelente mejorador de suelo o abono (dependiendo de la calidad del compost) para las plantas. A gran escala, contribuye a disminuir el uso de agentes químicos para la agricultura, los cuales deterioran la calidad del suelo.
- A largo plazo y de manera global, contribuye a la reducción de los costos de la siembra, pues mejora la calidad del suelo.
- Es una manera responsable de contribuir a la reducción global de los residuos que se destinan a disposición final o a incineración. Ambos representan un alto costo económico para la ciudad y el ciudadano.

Proceso de compostaje

El primer paso del proceso de compostaje es disponer de una cantidad adecuada de residuos orgánicos. Estos materiales nos aportarán la materia orgánica, minerales y microorganismos para que, en las condiciones de aireación y humedad apropiadas, se produzcan las reacciones de descomposición. A partir de este montón de residuos, empezarán a trabajar los diferentes grupos de microorganismos, rompiendo las moléculas de las más simples a las más complejas, transformándolas en compost. De hecho, se trata de un proceso natural, similar al que ocurre cuando en un bosque caen las hojas de los árboles y se transforman en humus. Nosotros, mediante el compostaje, solo tratamos de proporcionar las condiciones adecuadas para acelerar el proceso.



Fuente: Manual del compostaje en casa_Barcelona, 2000.-

Figura 19 Proceso del compostaje.



Fuente: Manual del compostaje en casa_Barcelona, 2000.-

Figura 20 Disminución de peso y volumen de los residuos orgánicos durante el compostaje

Durante el proceso, como consecuencia de la oxidación del carbono a CO₂, se

produce energía en forma de calor, la cual queda retenida en la masa de residuos que se está transformando, de forma que el material se va calentando, llegando a alcanzar los 75°C en las zonas interiores del montón.

Cuanto mayor es la cantidad de residuos que se compostan, mayor es la energía liberada, favoreciendo la subida de la temperatura. Este aspecto del proceso es muy importante porque las altas temperaturas alcanzadas higienizan el material, es decir, se destruyen los patógenos, protozoos y semillas, que resultan perjudiciales para la salud o los cultivos. Si el proceso se desarrolla correctamente, cuando las moléculas se han descompuesto, la actividad microbiana disminuye y vuelven a bajar las temperaturas del material hasta equilibrarse con el ambiente.

Los protagonistas del compostaje son los microorganismos y, para ayudarlos a trabajar en las mejores condiciones, se debe:

- Preparar una mezcla de residuos esponjosa.
- Aportar materia orgánica de composición diversa (distintos tipos de residuos de cocina, mezclados con residuos de poda y jardín)
- Disponer de oxígeno (aire) suficiente (hay que airear la masa).
- Tener un grado de humedad adecuado (hay que adicionar agua).
- Tener una temperatura adecuada.

Residuos adecuados para preparar compost

Los materiales que pueden utilizarse para el compostaje son los residuos de origen orgánico. Principalmente se agrupan en residuos producidos en la cocina y los producidos en el jardín. En el siguiente cuadro, se resumen los diferentes residuos y sus efectos en el proceso de compostaje:

Tabla 6 Residuos apropiados para compostaje y sus efectos

RESIDUO	EFEECTO
COCINA	
<ul style="list-style-type: none"> • Restos de verdura y fruta • Restos de carne y pescado o marisco • Huesos • Pasta y arroz hervido • Cáscara de huevo • Productos lácteos • Posos de café y bolsas de infusión • Ceniza de madera no tratada • Serrín 	<ul style="list-style-type: none"> • Descomposición rápida. No genera problemas • Pueden causar olores o atraer insectos o animales • Descomposición lenta. Mejoran la estructura • Causa compactación si se incorpora mucha cantidad • Descomposición lenta. Aporta calcio • Pueden causar olores en mucha cantidad • No genera problemas en cantidades habituales • Aporta minerales al compost • Descomposición lenta. Absorbe humedad
JARDÍN Y HUERTA	
<ul style="list-style-type: none"> • Recortes de césped • Restos de poda, piñas, hojas secas • Restos de cosecha de la huerta 	<ul style="list-style-type: none"> • Puede producir compactación, si no hay equilibrio en la mezcla de materiales • Descomposición lenta. Mejoran la aireación • Descomposición rápida

Fuente: Manual del compostaje en casa_Barcelona, 2000.-

PARTE II

2 PLANIFICACIÓN

Para la planificación de un proyecto de reciclaje, el primer paso es definir un programa planteándose un objetivo a largo plazo otros a corto/mediano plazo, las actividades que se deben ejecutar para cumplir dichos objetivos, los materiales-meta, es decir, los que se deben separar, en base a los resultados del estudio de caracterización, realizado previamente.

Una decisión inicial muy importante es definir las etapas que se asumirán en el proyecto de reciclaje y los componentes de cada una de ellas: ¿Cómo se llevará a cabo la separación de los residuos-meta del resto de los residuos? ¿Quién tendrá a cargo cada tarea?, ¿Qué destino se les dará a los residuos separados?, entre otras preguntas cruciales.

Los lineamientos más importantes a considerar son:

- Definir soluciones de recolección de bajo costo, a fin de que el proceso pueda ser extendido a toda la ciudad en un plazo prudente y no sea necesario retroceder por razones económicas.
- Definir un proyecto de separación-clasificación eficiente, para que pueda ser mejorado el ingreso de los recolectores que colaboran en el proceso.
- Enfocarse en un proceso con baja tasa de rechazo, con la finalidad de que sea respetado el esfuerzo de los moradores que apoyan la recolección selectiva, si la hay.
- Definir una estructura de recuperación, acorde con las necesidades del mercado y las limitaciones del municipio.

La planificación no es simplemente elaborar un documento escrito, sino que, debe contribuir a facilitar la actividad y hacerla más eficaz. Es necesario que del esfuerzo de planificación surja un programa acorde a los recursos disponibles y proporcione directrices a los trabajadores, líderes comunitarios y ciudadanos. Debe desarrollar un calendario, es decir, una descripción de las tareas de trabajo ordenadas en forma lógica y la asignación de una duración y los recursos necesarios.

Tabla 7 Cronograma de actividades Municipio de Sánchez, FOCIMiRS, 2016.

Actividades Programa Piloto para Reciclaje Municipio de Sánchez										
Actividad	Mes	2015			2016					
		10	11	12	1	2	3	4	5	6
Planificación del P/P		■	■							
Adquisición de los materiales				■	■					
Difusión a los residentes			■		■	■				
Instalación del contenedor						■				
Distribución de los zafacones y materiales						■				
Implementación del P/P						■	■	■		
Monitoreo del P/P						▨	▨	▨	▨	
Evaluación del P/P									■	■

Elementos del programa

Si bien cada programa de reciclaje es específico de cada comunidad, cada ciudad construye un sistema según sus necesidades y los problemas específicos del área. No obstante, existen elementos comunes que deben considerarse en cualquier programa, entre ellos:

- La composición de los residuos.
- La disponibilidad de mercados para los materiales recuperados.
- La economía de la región.
- La participación de la comunidad.
- El clima político de la comunidad.

Todos los componentes de un programa de reciclaje se podrían considerar como los eslabones de una cadena de actividades que hacen posible el reciclaje en una comunidad. Todos los componentes deben estar relacionados entre sí. Normalmente podemos considerar que un programa de reciclaje consta de cinco eslabones:

- Concienciación de la población
- Sistemas de recolección
- Tratamiento

- Comercialización
- Adquisición de materia prima

2.1 Estrategias para un programa de reciclaje

Para algunos pobladores, su participación en los programas será con el propósito de ayudar a conservar el ambiente. Para otros, será una actividad que se realiza buscando un incentivo económico. En tal sentido, la estrategia debe incluir los dos pensamientos ciudadanos. Por otro lado, se debe planificar la estrategia de comunicación y difusión, como si se fuese un profesional del marketing. Convencer a la población requiere de técnicas efectivas de publicidad y mercadeo. Se trata de “vender” una idea.

Entre las estrategias de reciclaje están:

- Estructurar un programa de incentivos fiscales para reciclaje, sea por venta de materiales o por actividades de reducción en origen (generación de menos residuos).
- Programa de separación en los centros educativos y juntas de vecinos.
- Establecimientos de puntos limpios, donde la población pueda llevar los materiales segregados.
- Crear concursos con los centros educativos participantes en los programas de reciclaje, así como entre los distintos sectores o barrios.
- Campañas de educación ciudadana.

Los municipios deben crear estrategias sencillas y a las cuales puedan dar el debido seguimiento. Las mismas se irán ajustando, de acuerdo a las limitantes que se encuentren en su aplicación.

2.1.1 Estructura y ejecución del programa de reciclaje

Para estructurar un programa de reciclaje se debe tener en cuenta que el programa debe contar con un presupuesto para la ejecución y el seguimiento.

En la etapa de planificación se definen los procesos que deben ejecutarse, los tipos de materiales-meta a recuperar. Se puede estructurar de la siguiente forma:

- Plan de educación ciudadana
- Estrategia de reciclaje

- Ejecución del programa de reciclaje
- Plan de seguimiento

Para la ejecución del programa de reciclaje se debe tener ya establecida la estructura del programa y la estrategia a utilizar para el cumplimiento de las actividades propuestas en el plan y así cumplir con el objetivo planteado.

Para la implementación del programa, se deben tener claros los siguientes aspectos:

- Área Meta
- Materiales reciclables-meta
- Metodología a utilizar: contenedores, recolección puerta a puerta, puntos de acopio.
- Seleccionar los hogares que participarán y la manera en que se les instruirá sobre los planes de reciclaje.

2.2 Planta de recuperación de materiales –PRM⁸

Una instalación para recuperación de materiales acepta materiales, independientemente de que estén mezclados o separados para tratarlos y almacenarlos para su venta y uso posterior como materia prima. La función principal de una PRM es maximizar la cantidad de reciclables procesados, acondicionando los materiales que generarán los mayores ingresos posibles en el mercado. Las PRM también pueden funcionar para tratar residuos que se conviertan en una fuente de combustible para la producción de energía.

Es importante que las instalaciones de reciclaje acepten sólo los materiales que han sido específicamente separados del flujo de residuos por los generadores, con fines de reciclaje. Las instalaciones que aceptan productos que contienen un alto nivel de contaminantes, además de limitar su eficiencia, podrían estar sujetas a amplios permisos regulatorios y estrecha supervisión. Por lo tanto, las instalaciones deben trabajar en cooperación con los transportistas y / o los gobiernos locales para mantener un nivel aceptable de educación pública, de

⁸ Las consideraciones técnicas planteadas en este Manual fueron tomadas fundamentalmente del documento “Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación”. Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

modo que los participantes estén conscientes de qué materiales son aceptables y cuáles no. Para optimizar la eficiencia en el diseño y las operaciones, el sistema a utilizar debe estar bien definido, al igual que los procedimientos y prácticas. Son prácticas esenciales:

- Disponer de sistemas y procedimientos para identificar y confirmar que sólo los productos esperados entren en la PRM.
- Incorporar eficiencia operacional para lograr el procesamiento de los productos básicos de la manera óptima.
- Mantener la eficacia operativa para asegurar que los productos básicos que se recuperen cumplan con las especificaciones del mercado.
- Tener adaptabilidad operativa para ajustar los sistemas y procedimientos a de trabajo a nuevas exigencias, manteniendo la eficiencia y la eficacia en la operación.

La eficiencia operativa se centra en el uso de recursos (mano de obra y capital), en la clasificación y el tratamiento de los materiales. Se enfoca en reducir los costos de clasificación y tratamiento, mientras se mantiene (o aumenta) el flujo deseado de materiales. Se pueden aplicar medidas que mejoren la eficiencia con un retorno de la inversión a corto plazo, por ejemplo, retirar algún material específico al comienzo de una línea de clasificación para ayudar a ver y recuperar más fácilmente determinados materiales en la línea. O bien, con un retorno más largo de la inversión, por ejemplo, la compra de una empacadora para reducir los costos de transporte de los materiales hacia el mercado.

Producir el resultado deseado y satisfacer las expectativas de los clientes es un ejemplo de eficacia operativa. A menudo, esto se traduce en mayores ingresos, relaciones positivas a largo plazo con los mercados y una menor probabilidad de reducción en los ingresos o el rechazo de las materias primas. La efectividad operativa también se puede aplicar a nivel micro dentro de una operación. Por ejemplo, durante el entrenamiento de los trabajadores, instruir que hacer un buen trabajo en la clasificación mejorará la calidad de los materiales enviados a la empacadora; esto a su vez ayudará a mejorar la eficiencia en la operación de empacado, con menos tiempo dedicado a clasificar los productos que se están embalando o tener que reprocesar los productos para cumplir con las especificaciones del mercado. Finalmente, la reducción en el tiempo de

ejecución de las tareas, aumentará la rentabilidad del proceso y los beneficios para todos.

La adaptabilidad operativa se refiere a la capacidad de adaptarse a los cambios de clientes o empresas. Esto beneficiará a la comercialización de los productos básicos obtenidos.

2.2.1 Diseño, Localización, Características y Consideraciones para la PRM

La primera decisión en una planta de recuperación de materiales será definir la solución que se adoptará para estructurar el proceso de selección. Se puede optar por uno de los siguientes procesos:

- Operación mecánica
- Procesamiento manual, con mesas de separación y almacenaje.

La elección entre operación mecánica o técnicas de separación manual dependen en gran medida de los costos de la clasificación manual, ya que en muchos lugares el costo de personal es muy alto, además de que consume mucho tiempo al manejar grandes volúmenes de materiales. La carga laboral representa uno de los componentes de mayor costo en una PRM, por lo que es un importante factor de decisión.

Hay ventajas y desventajas entre los costos de capital al considerar la posibilidad de emplear procesos mecánicos de separación versus procesos manuales. La mayoría de los análisis de costos a largo plazo, muestran que el proceso automatizado es más rentable que el proceso manual. Sin embargo, las condiciones socioeconómicas del país, región o localidad específica, así como las condiciones del mercado, de alguna u otra manera, orientarán en la decisión de una u otra opción. Donde la mano de obra es barata, podría ser más ventajoso adoptar sistemas manuales; contrario sucedería, en aquellos lugares donde la mano de obra es cara. Si las especificaciones del mercado exigen un alto grado de calidad, podría ser más ventajoso inclinarse por un sistema mecanizado, ya que, en un sistema manual, la operación requeriría mucho tiempo, disminuyendo significativamente la eficiencia del proceso.

El empleo o no de métodos mecánicos de clasificación y en qué medida la clasificación mecánica debe ser implementada, dependerá de un número de factores incluyendo, pero no limitado a:

- Tipo de material entrante
- Rendimiento de las instalaciones;
- Especificaciones de los materiales comercializados y los ingresos previstos;
- Diseño/ estructura de la instalación;
- Mano de obra disponible
- Costos laborales locales

Una vez definida la solución a utilizar, la ubicación y el diseño de una instalación de recuperación de materiales deben llevarse a cabo, teniendo en cuenta las consideraciones de eficiencia y seguridad operacional. Esto significa abordar cuestiones tales como: selección de la ubicación, las características del emplazamiento, los requisitos locales de ordenamiento territorial, permisos, diseño y disposición de las instalaciones, el flujo del proceso (lay-out), funcionamiento, seguridad del empleado/visitante. Si la PRM va a ser ubicada en una estructura existente o anexa a una estación de transferencia o instalación de disposición final, igualmente se deben analizar las características de los edificios existentes.

Las etapas involucradas en el diseño de la instalación, independientemente del tipo de proceso adoptado, contemplarán:

1. Diseño conceptual
2. Evaluación de los mercados (para conocer las posibilidades reales de venta del material recuperado) y economía de la operación (para conocer la rentabilidad de la misma).
3. Desarrollo y recolección de datos necesarios para el diseño (para calcular el volumen de material que se recibiría durante la operación diaria, almacenaje semanal, dimensionamiento de las distintas instalaciones dentro de la PRM, etc.).
4. Diseño detallado de la ingeniería del sistema
5. Diagramación de la ubicación de cada componente: ubicación de maquinarias, personal, almacén, facilidades de servicios, etc.
6. Adquisición de equipos
7. Construcción de la instalación
8. Tratamiento de materiales
9. Comercialización

Los métodos de clasificación mecánica comúnmente empleados, incluyen tecnologías tales como: pantallas, cuchillas y clasificadores de aire, imanes (imanes suspendidos, tambores magnéticos, poleas de cabeza magnética (tanto unidades estacionarias como portátiles) y separadores de corriente. Estos métodos de clasificación de diversas materias primas y flujos de materiales se basan típicamente en diferentes propiedades físicas, tales como: tamaño, peso, densidad o propiedades magnéticas. Otros, como los de clasificación de papel, se basan en las diferencias de rigidez.

Los fabricantes de equipos de reciclaje siguen diseñando, probando e implementando nuevos métodos para clasificar de manera más eficiente los materiales reciclables en flujos separados, a fin de mejorar los equipos existentes.

2.2.2 Planear las etapas de trabajo

Para el proyecto de una Planta de Recuperación de Materiales, es fundamental definir de antemano el proceso de trabajo que se adoptará y, por lo tanto, el flujo de los materiales que serán procesados.

La siguiente figura ilustra las diversas actividades y la secuencia en que son realizadas en un proyecto típico de recuperación manual, con un almacén y mesas de selección:



Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación". Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

Figura 21 Secuencia de actividades en una PRM de operación manual.

La figura siguiente muestra la secuencia de algunas actividades de una planta mecanizada:

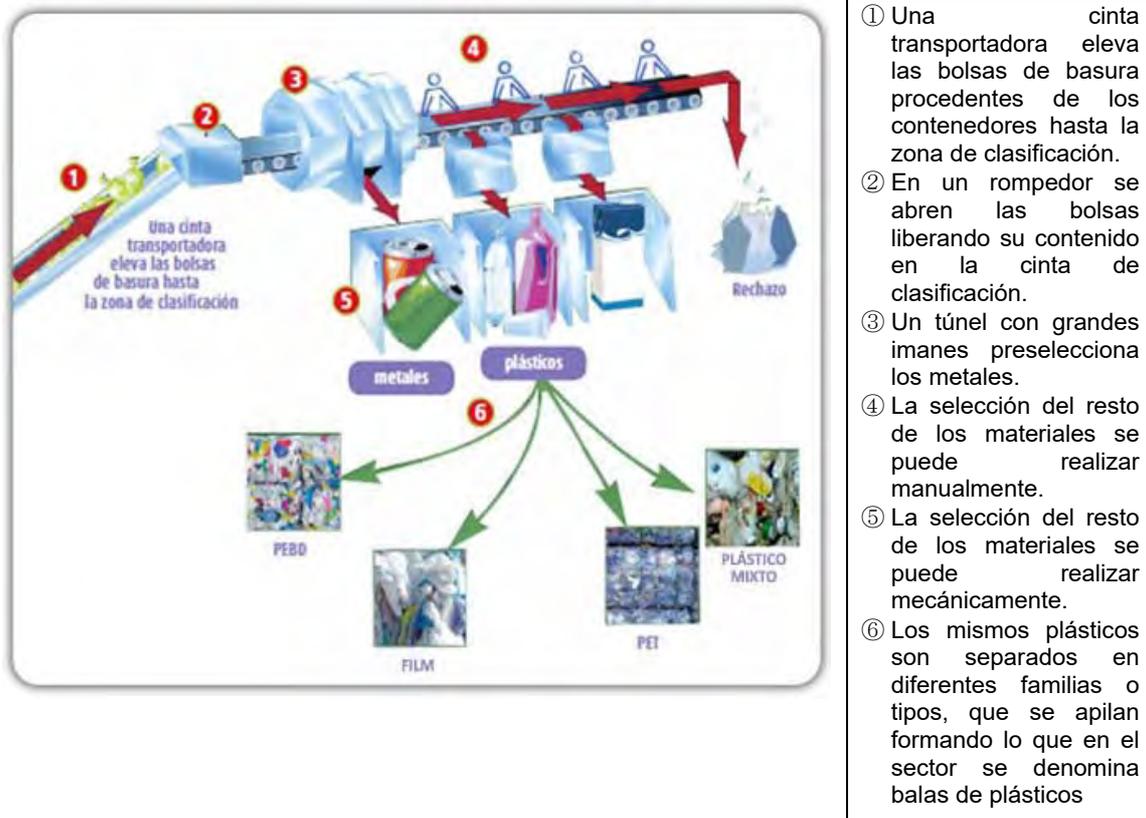


Figura 22 Secuencia de actividades en una PRM de operación mecánica

2.2.3 Organización del espacio y volumen del centro de clasificación

Una vez definido el proceso de trabajo, es necesario planear cuidadosamente los espacios y volúmenes adecuados para las condiciones de cada área, considerando el flujo de residuos que la instalación deberá procesar y el ritmo de ventas esperado. Es importante tener en cuenta que la venta de los materiales es más ventajosa en mayor volumen y que, por lo tanto, los espacios de almacenamiento deben posibilitar la mejor condición de comercialización, de acuerdo con la realidad de cada región.

La siguiente tabla muestra algunas consideraciones a seguir para el dimensionamiento de la instalación:

Tabla 8 Condiciones a considerar para dimensionar una PRM

TIPO DE FACILIDAD	CONDICIONES A CONSIDERAR
Almacén de materiales a clasificar	Prever el volumen de varios días de recolección.

Secciones de clasificación	Prever el número suficiente para el almacenamiento de las subcategorías de material ya clasificado.
Almacén de materiales a distribuir	Prever capacidad de almacenamiento de la producción semanal, considerando el envío de los materiales de mayor salida.
Almacén de otros materiales	Prever espacios específicos para colocar materiales restantes: metales, vidrios, entre otros.

Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación". Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

1) Organización de los equipos de trabajo

El volumen total de materiales a ser procesado en una instalación dependerá, en gran parte, de la cantidad de personas involucradas en el centro de selección. Por ejemplo, un trabajador promedio es capaz de separar aproximadamente 200 kilos de material por día, y otro que empaca el material, logrará empacar 600 kilos por día⁹. Eso determinará la capacidad de residuos que pueden procesarse semanalmente en la PRM.

2) Organización de las operaciones en la PRM

Según el flujo de trabajo adoptado, se deriva la organización de la PRM. Utilizaremos la siguiente figura como ejemplo:

⁹ Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación". Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008



Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación”. Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

Figura 23 Distribución del espacio de una PRM.

Para la figura anterior se han establecido dos tareas:

Selección primaria: en esta etapa pueden separarse hasta 16 tipos de materiales en tambores, bolsas y sacos colocados cerca de los clasificadores.

Selección secundaria: en esta etapa son clasificados algunos tipos de materiales (papel, plástico, metal).

En casos como este, en el cual la PRM no sea mecanizada, para la **movilización interna de cargas**, es conveniente el uso de equipos manuales como carretillas, carritos, entre otros. En la siguiente tabla, se muestran algunos de esos equipos sencillos:

Tabla 9 Equipos útiles para la operación Manual de una PRM

EQUIPOS A UTILIZAR EN UNA PRM DE OPERACIÓN MANUAL		
Equipo	Características	Tipo

Prensa Compactadora	Capacidad hasta 20 Toneladas	
Balanza	Capacidad hasta 1,000 Kg.	
Carretilla de plataforma	Ideal de dos (2) ejes con capacidad hasta 300 Kg.	
Carretilla Manual	Capacidad hasta 150 Kg.	

Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación". Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

Es importante que el flujo de los materiales sea definido según la topografía del terreno, haciendo uso de la gravedad para definir las zonas de trabajo. Por ejemplo, siempre que sea posible, debe aprovecharse la inclinación del terreno para organizar un flujo descendente de los materiales, como se muestra en la siguiente figura:

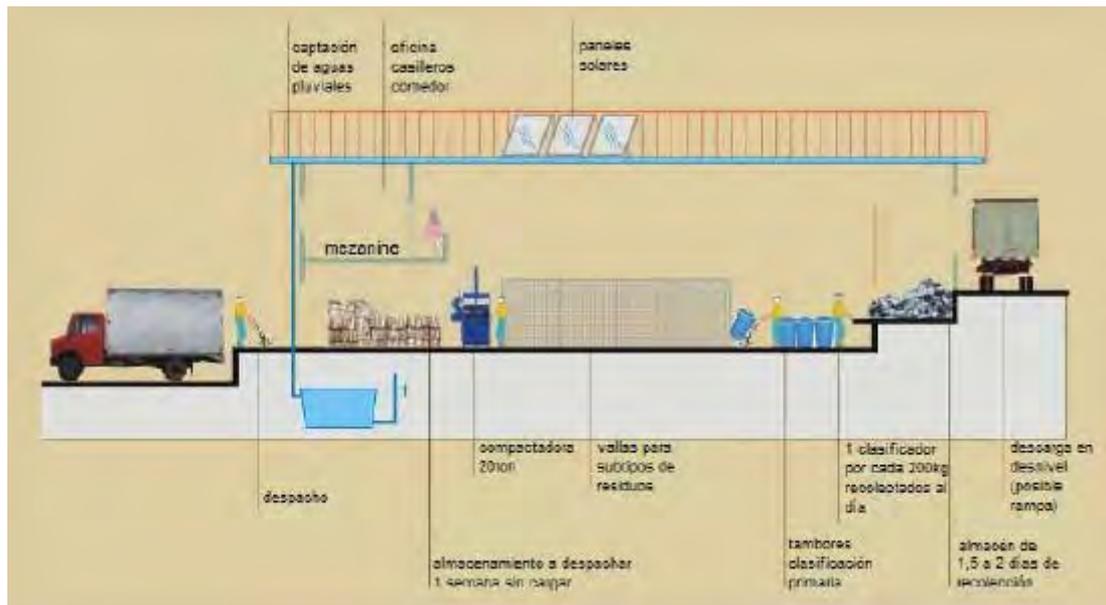


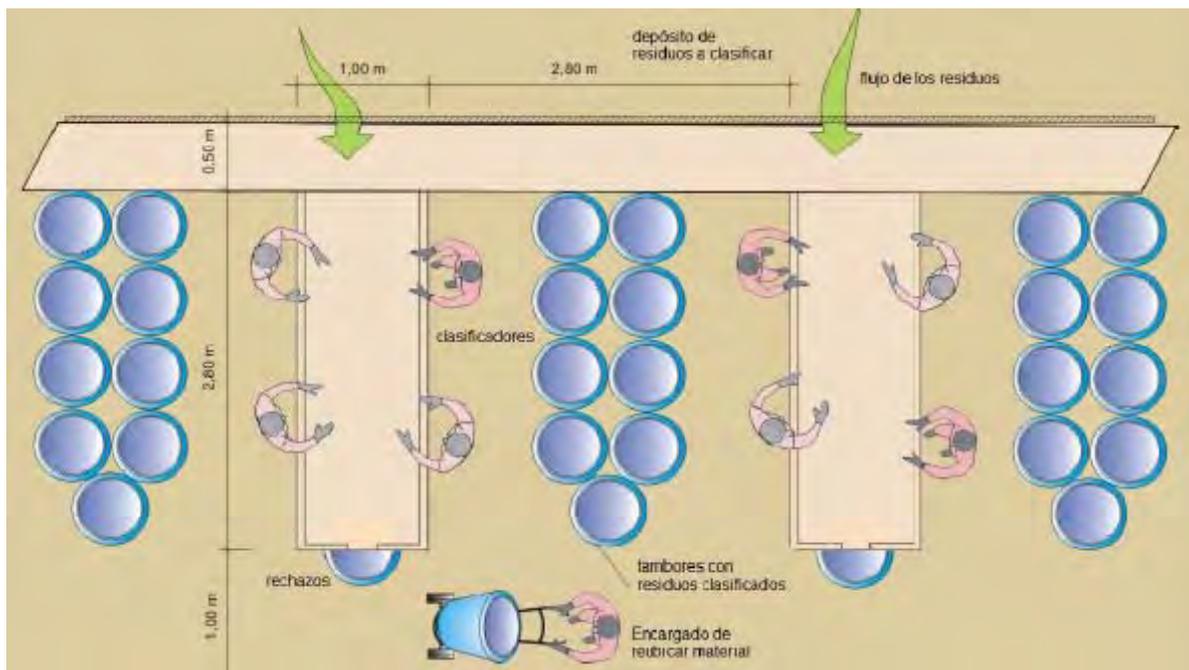
Figura 24 Diagrama de Flujo óptimo en una PRM.

Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación”. Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

Tomando en cuenta las decenas de tipos de materiales que se obtienen en una PRM, la organización del área de clasificación es un elemento fundamental que influirá en la eficiencia de la planta como un todo. La cantidad de tipos de materiales que resultan de la separación debe estar definida, de acuerdo a las características del mercado en cada localidad. Es inútil separar materiales que posteriormente deberán ser comercializados como si fuera un tipo único y, es más ventajosa la comercialización de los materiales más segregados, siempre que sea posible. En cualquier caso, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Colocación de los materiales más comunes en tambores o tanques.
- Colocación de los materiales menos comunes en sacos suspendidos en los tambores o las mesas.
- Realizar la sub-clasificación de los metales y los plásticos en el momento de ubicarlos en los contenedores.

Otro punto importante es la ubicación de las mesas de trabajo (layout), la cual debe facilitar la clasificación. Cada clasificador, debe tener un tambor o tanque en donde depositar cada tipo de material.



Fuente: Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación". Tetra Pak-Manual Recolección. Brasil Selectiva. 2008

Figura 25 Distribución de las mesas de trabajo en una PRM.

2.3 Instalación de una Planta de Compostaje

El primer paso será definir si se realizará el compostaje a nivel doméstico o a nivel municipal (sea industrial o manual). Esto determinará las necesidades de materiales y/o infraestructura que requerirá el proyecto.

Los factores claves a la hora de decidir una técnica son:

- Condiciones climáticas del lugar: vientos fuertes, lluvias torrenciales u otros eventos climáticos extremos, temperaturas bajo cero (esto no aplica tanto en RD, pero no puede olvidarse que en Constanza pueden presentarse temperaturas muy bajas).
- Tiempo de proceso esperado, según el tipo de residuos de mayor generación.
- Requisitos de espacio
- Seguridad higiénica requerida
- Material de partida (ausencia o presencia de material de origen animal)

Las diferentes técnicas se dividen generalmente en sistemas cerrados y sistemas abiertos. Los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre y los cerrados, los que se hacen en recipientes o bajo techo. En ambos casos,

deben considerarse medidas para el control de los malos olores. Es una realidad que el proceso de compostaje genera olores desagradables, por lo tanto, es muy importante una buena selección del sitio donde se ubicara la instalación o simplemente del lugar donde se realizara el proceso, sobre todo, cuando se realice al aire libre. Es recomendable que el mismo se lleve a cabo en zonas no cercanas a los asentamientos humanos



Fuente: M.A. Martínez. Directora planta de compostaje municipal, Nicaragua

Fuente: Manual de compostaje del Agricultor. FAO - 2013

Foto 1 Pilas de compostaje a cielo abierto.



Fuente: Manual del compostaje en casa. Barcelona, 2000.

Foto 2 Composteras hechas con madera reutilizada de paletas.



Fuente: CDC de Managua, Nicaragua

Fuente: Manual de compostaje del Agricultor_FAO. 2013

Figura 26 Compostera cerrada para técnica doméstica.

Una vez definidos el lugar, los residuos y el sistema de compostaje, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Recolectar los residuos a utilizar.
2. Preparar los residuos, esto es, que tengan un tamaño homogéneo para favorecer la descomposición. Si se realiza a nivel municipal, es conveniente contar con una máquina trituradora.



Foto 3 Máquina trituradora de residuos en la planta de compostaje de Punta Cana, R.D.

3. Montar la estructura que se haya seleccionado para compostar.
4. Voltear/rotar el material varias veces durante un mes.
5. Regar el material.
6. Cernir la mezcla de compost.

PARTE III

3 OPERACIÓN

En esta parte se aborda, no solo a la operación de la infraestructura física de una instalación recuperadora de materiales o una planta de compostaje, sino también al programa de reciclaje en sí, el cual conllevará una fase de implementación, una vez concluida la fase de planificación.

3.1 Implementación de un Programa de Reciclaje en la Comunidad

Durante la implementación de un programa de reciclaje, los esfuerzos se enfocarán en conseguir los objetivos establecidos del mismo, para lo cual se priorizarán las siguientes tareas:

3.1.1 Establecimiento de programas exhaustivos para concienciar al público

Para conseguir la participación en los programas de reciclaje, se debe incrementar la conciencia respecto a otros aspectos interrelacionados de la gestión de residuos sólidos, como el pago del servicio, la responsabilidad de sacar los residuos en el horario y días establecidos, entre otros. Además, se percibirá la concienciación como el primer paso necesario que llevará a la aceptación o al rechazo de un servicio de clasificación en origen o recogida selectiva. El éxito o fracaso de un programa de reciclaje depende, sobre todo, de que sea adoptado por la mayoría de los miembros de una comunidad, idealmente por todos.

1) Prerrequisitos para concientizar al público

Hoy en día, cualquiera que lea un periódico, escuche la radio o vea la televisión puede tener una idea sobre el reciclaje. Por otro lado, en las escuelas los niños y adolescentes reciben mensajes alusivos al tema, además de que ya en muchas partes del país, existen centros educativos donde se ejecutan programas de separación, sobre todo de papel. Esto facilita el trabajo de sensibilización y concienciación. Ya no es necesario explicar qué es el reciclaje, la tarea ahora consiste en provocar en la población el compromiso con

las nuevas acciones que se ejecutarán, llevando un mensaje ambiental global:

LLEVAR EL RECICLAJE A LA COMUNIDAD

Aunque el programa de concienciación despierte interés, debe ser continuo. Más que resaltar la necesidad de proteger el medio ambiente, hay que enseñar a la comunidad lo que puede y debe hacer para colaborar.

El verdadero desafío en una campaña de este tipo consiste en involucrar a todos los sectores de la comunidad. El objetivo es que la comunidad asuma el programa de reciclaje como propio, desde la tercera edad hasta los preescolares, desde el chiripero hasta el empresario.

2) Concienciación de la sociedad

Gran parte del éxito de un programa de reciclaje dependerá del conocimiento y participación de la comunidad y de las empresas que participen.

Es esencial la implementación de un programa eficaz de concienciación y promoción de buenas prácticas en el manejo de residuos, tanto en un programa que inicia como en el mantenimiento y desarrollo de uno que ya está en marcha. Este debe estar organizado y acorde a las características y condiciones de su público.

Primero se debería concienciar a los ciudadanos y las empresas de la zona de servicio, los cuales tendrían que recibir educación general sobre el reciclaje. Luego los participantes tienen que conocer algunos detalles sobre qué materiales se van a reciclar, cómo se preparan y cómo se recolectarán. Por otra parte, es necesario mantener informado a los participantes, respecto al desarrollo del programa y sus resultados, a fin de que se sientan participes y responsables del mismo y no simples espectadores.

Fomentar la reducción en origen, como un componente educativo e implementar proyectos escolares para favorecer el desarrollo de la conciencia ambiental en los más pequeños, ya que los niños son una forma eficaz de llegar hasta sus padres y otros miembros de la familia.

Es fundamental para el funcionamiento del programa de reciclaje, el conocimiento por parte del público, de algunos principios básicos del reciclaje

como por ejemplo: la comprensión del circuito del reciclaje, el valor de los materiales recuperados y la importancia que tienen las condiciones (limpios y acondicionados) de los materiales para su colocación en los mercados. Una vez que se haya tomado la decisión política, hay que preparar la comunidad para la implementación del programa de reciclaje.

Es conveniente que los detalles específicos del programa lleguen a los participantes mediante un contacto directo, justo antes de la implementación y durante ésta, para no correr el riesgo de que la gente lo olvide.

3.1.2 Seguimiento del programa de reciclaje

Luego de iniciada la implementación, de acuerdo a la estructura y el procedimiento establecido, se debe realizar una encuesta de satisfacción para conocer los puntos débiles que tiene su ejecución, a fin de estudiar y analizar sus causas, con miras a su fortalecimiento.

														
PROYECTO DE FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD INSTITUCIONAL PARA EL MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS														
ENCUESTA APLICADA A LOS SECTORES DE LOS RIELES, HOJA ANCHA Y PLAY ABAJO, ÁREA PILOTO, DEL PROYECTO DE SÁNCHEZ.														
Nombre del Residente:														
Sexo:														
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Referencias De Valoración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Nunca/Muy Malo</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Rara Vez/Malo</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regularmente/Bueno</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Casi Siempre/Muy Bueno</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Siempre/Excelente</td> </tr> </tbody> </table>			Referencias De Valoración		1	Nunca/Muy Malo	2	Rara Vez/Malo	3	Regularmente/Bueno	4	Casi Siempre/Muy Bueno	5	Siempre/Excelente
Referencias De Valoración														
1	Nunca/Muy Malo													
2	Rara Vez/Malo													
3	Regularmente/Bueno													
4	Casi Siempre/Muy Bueno													
5	Siempre/Excelente													
Preguntas		Respuestas												
✓ Integración en el proyecto														
1-	¿Con qué frecuencia deposita materiales reciclables en los cubos?													
2-	¿Con qué frecuencia los lleva a los contenedores especiales?													
3-	¿Le gustaría que como Junta De Vecinos tanto usted como los demás puedan vender sus reciclables directamente o a la Alcaldía?													
✓ Satisfacción referente al proyecto piloto														
1-	¿Cuál es su valoración referente al proyecto piloto de recolección de reciclables?													
2-	¿Piensa que su sector debería continuar con el proyecto?													
3-	¿Usted seguirá siendo parte del proyecto?													
4-	¿Qué mejoras recomienda para el proyecto?													

Elaboración propia – Proyecto FOCIMiRS.

Figura 27 Encuesta aplicada a la población-objetivo, Sánchez. FOCIMiRS-2016.

1) Medición de la eficacia del programa

Una forma muy sencilla de evaluar la eficacia del programa de concienciación

sobre el reciclaje es determinar la cantidad de materiales reciclables recolectados y comparar con el flujo de residuos antes de la implementación del programa.

**Tabla 10 Formato de resultado semanal Municipio de Sánchez.
FOCIMiRS- 2016**

Resultados del pesaje de residuos Semana Junio 17, 2016. Sánchez.

Contenedor(es)	Cantidad Plásticos (Kg).	Cantidad Vidrios (Kg).	Cantidad Metales (Kg).	Total General (Kg).
Contenedor 1 (Play Abajo, frente al Hotel Gri-Gri)	0.5	0.5	0	1.0
Contenedor 2 (Los Rieles, cerca del colmado)	3.5	3.5	0	7.0
Contenedor 3 (Los Rieles, frente a Escuela Prof. Mateo)	10.3	6.5	4.0	20.8
Contenedor 4 (Hoja Ancha, frente a la Clínica UNAP.)	9.5	8.5	0.01	18.01
Contenedor 5 (Play Abajo, al lado del Play de Baseball.)	1.4	7.5	0.5	9.4
Contenedor 6 (Play Abajo, al lado de la Ferretería)	6.5	3.0	2.0	11.5
Total Unitario (Kg).	31.7	29.5	6.51	67.71

Elaboración propia – proyecto FOCIMiRS

3.2 Operación de la instalación de recuperación de materiales

Para la operación de una instalación de recuperación de materiales, se deberán monitorear continuamente los siguientes factores:

- Seguridad de los empleados
- Capacitación de los empleados
- Prácticas amigables con los vecinos de la instalación, que incluirá:
 - ✓ Mantenimiento en perfecto estado de la infraestructura, ya que de ello dependerá mucho la percepción de los ciudadanos sobre el éxito del programa.
 - ✓ Recoger y drenar líquidos a un área designada.
 - ✓ Llevar a cabo las operaciones de tratamiento en interiores o colocar equipos de proceso bajo cubierta, cuando sea posible, minimizando olores.
 - ✓ Mantener la limpieza del lugar evitando siempre las grandes acumulaciones de residuos, sobre todo sin clasificar.
- Mercado de venta de los productos manejados para garantizar el flujo de caja.

CONCLUSIÓN

No todos los programas son aplicables a todas las ciudades. Cada una tiene condiciones únicas que van asociadas, en gran medida a las costumbres culturales y además, tanto a las cantidades y tipos de materiales que se generen, como al método de clasificación y procesamiento, el cual debe ser acorde al presupuesto local.

La República Dominicana tiene el potencial necesario para que las autoridades enfoquen sus esfuerzos para hacer realidad un programa de reciclaje a gran escala, que permita la instalación de una planta de recuperación de materiales, mediante una asociación público privada -APP; así como también, implementar el compostaje como alternativa, dada la generación tan alta de residuos orgánicos en todo el territorio nacional.

Hoy es necesario que desde el Gobierno Central, a través del Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales, vía los ayuntamientos y en conjunto con toda la sociedad dominicana, se planteen programas educativos, de concienciación y de capacitación sobre el tema del reciclaje, ya que como territorio insular, el país está profundamente amenazado por el gran desafío del cambio climático.

Hay que destacar que esta actividad en nuestro país, como en muchos otros países, es una acción vulnerable a los precios de mercado, por lo que se debe lograr que haya una seguridad jurídica y una estructura de costos para los diferentes materiales y sus procesos, de modo que los involucrados en este sector tengan mayores garantías al momento de considerar una inversión en los diferentes procesos del reciclaje.

El reciclaje es una tendencia mundial y ya no es una opción, sino más bien una necesidad en RD. Coloquemos el país a tono con las exigencias de los tiempos modernos!!!

BIBLIOGRAFÍA

- El Reciclaje: Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico. Eva Röben. Municipio de Loja/ DED (Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica) Loja, 2003.
- Plan Maestro para el Manejo Integral de los residuos sólidos en la Mancomunidad de ayuntamientos del gran Santo Domingo. BID. 2013.
- Manual operativo de valorización de residuos sólidos urbanos para medianos y pequeños asentamientos de Argentina. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Febrero 2000.
- Manual para determinar la Factibilidad de Reducción y Reúso de Residuos Sólidos Municipales. SEDESOL. México. S/A.
- Ley 64-00. Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2000.
- Norma Para la Gestión de los Residuos Sólidos no Peligrosos. 2003.
- Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, Ministerio de Medio Ambiente R.D. 2014.
- Procedimiento para la Recuperación de Multimateriales Reciclables con valor comercial, Ministerio de Medio Ambiente R.D.2015.
- Guía. CEDAF/Programa 3Rs; Las 3Rs (Reducir, Reusar, Reciclar). Serie Misceláneas. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF/Programa 3Rs, 2015. 70p.
- Manual de Compostaje del Agricultor. FAO. 2013
- Elementos para la organización de la recolección selectiva y diseño de los centros de clasificación. Tetra Pak-Manual Recolección Selectiva. Brasil. 2008
- Manual del compostaje en casa. Miriam Alcolea y Cristina González. Barcelona. 2000.
- Página Web:
<http://www.monografias.com/trabajos10/parcicl/parcicl.shtml#ixzz4bz5u8OcD>
- Best Operational Practices Manual for Materials Recovery Facilities and Recycling Drop-off Facilities. Illinois Recycling Association. Schaumburg, Illinois. November 2010.
- Design of a Materials Recovery Facility (MRF) for processing the Recyclable Materials of New York City's Municipal Solid Waste. Department of Earth and

Environmental Engineering Fu Foundation School of Engineering and Applied Science Columbia University. Alexander J. Dubanowitz. May 2000.



**Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el
Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la
República Dominicana**

**Manual Sobre Disposición Final de
Residuos Sólidos Municipales**

Mayo 2017



GLOSARIO Y LISTA DE ABREVIATURAS

ADN	Ayuntamiento del Distrito Nacional
APP	Asociación Pública-Privada
CCN-GIRESOL	Comité Coordinador Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos
CONARE	Comisión Nacional para la Reforma del Estado
ET	Estación de Transferencia
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
GIS	Sistema de Información Geográfica
GIRS	Gestión Integral de residuos sólidos
MEPyD	Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo
MIREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MIRS	Manejo Integral de residuos sólidos
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PO	Plan de Operaciones
PPC	Producción per Cápita
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
RS	Residuos sólidos
RSM	Residuos sólidos municipales
RSU	Residuos sólidos urbanos
SEMARNAT	Secretaría Mexicana de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SDF	Sitio de Disposición Final

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	1
PARTE I.....	3
1 Generalidades.....	3
1.1 Situación actual y marco legal de la disposición final en la República Dominicana.....	3
1.2 Marco legal	8
1.3 Disposición final: Conceptos Básicos	11
1.4 Relleno sanitario	13
1.5 Etapas del Desarrollo de un Proyecto de SDF Controlado.....	25
PARTE II.....	26
2 Planificación	27
2.1 Estudios básicos.....	27
2.2 Selección del sitio	29
2.3 Instalación y Construcción	51
2.4 Operación	54
2.5 Cierre o clausura del SDF.....	55
2.6 Uso postclausura	58
PARTE III.....	60
3 OPERACIÓN DE UN SITIO DE DISPOSICION FINAL -SDF.....	60
3.1 Recursos técnicos y humanos	61
3.2 Operaciones básicas	74
3.3 Operaciones complementarias o de apoyo.....	98
3.4 Operaciones de control y monitoreo ambiental.....	103
3.5 Administración y control de costos.....	115
CONCLUSIONES.....	118
BIBLIOGRAFIA	119

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Densidad de los RS.....	41
---------------------------------	----

Tabla 2	Categorías de EIA para un SDF	43
Tabla 3	Instalaciones de un relleno sanitario	51
Tabla 4	Requerimientos Técnicos mínimos según el tipo de relleno sanitario.....	52
Tabla 5	Niveles de Clausura y Parámetros Requeridos.....	58
Tabla 6	Utensilios para operación de rellenos.	70
Tabla 7	Requerimientos para los diferentes tipos de relleno.....	73
Tabla 8	Aspectos de la gestión administrativa de ASINORLU	117
Tabla 9	Control de monitoreo ambiental	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Mapa hidrográfico de RD con vertederos georeferenciados en 2010.	4
Figura 2	Ubicación de vertederos en Mapa Hidrogeológico – RD	5
Figura 3	Ubicación de vertederos en Mapa de Capacidad Productiva-RD	5
Figura 4	Disposición final en América Central y el Caribe	8
Figura 5	Problemas planteados por los vertederos a cielo abierto	11
Figura 6	Relleno sanitario manual	15
Figura 7	Rellenos sanitarios con compactación mecanizada	16
Figura 8	Relleno semiaeróbico	17
Figura 9	Método de trinchera.....	19
Figura 10	Método de área.....	20
Figura 11	Método combinado o mixto.....	21
Figura 12	Composición típica del biogás	23
Figura 13	Flujo de un proyecto de SDF	26
Figura 14	Fases para la selección del SDF	29
Figura 15	Indicadores objetivos Vs subjetivos	35
Figura 16	Esquema General de un Relleno Sanitario.....	44
Figura 17	Zonificación del Relleno Sanitario de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador	54
Figura 18	Niveles de Cierre Seguro del Relleno Sanitario.....	58
Figura 19	Utensilios para uso en rellenos sanitarios manuales.....	69
Figura 20	Barril de 55 galones acondicionado como rodillo compactador	70
Figura 21	Portón de control de acceso al vertedero de Azua (MANCOM)	74
Figura 22	División del frente de trabajo en franjas diarias	81
Figura 23	Compactación repetida para aumento de la densidad.....	82
Figura 24	Compactación con alto número de pasadas.....	83
Figura 25	Colocación manual y compactación de la basura.....	84
Figura 26	xx.....	84

Figura 27	Tránsito de vehículo sobre la celda terminada.	85
Figura 28	Importancia del espesor de la carga.....	86
Figura 29	Importancia del número de pasadas.....	87
Figura 30	Aplicación de cobertura intermedia.....	89
Figura 31	Superficie a cubrir Vs Volumen de material de cobertura.....	91
Figura 32	Diagrama de flujo de la operación diaria en un relleno sanitario.....	97
Figura 33	Esquema de un pozo para monitoreo de aguas subterráneas	114

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	En los vertederos, no hay manejo de lixiviados y hay emisión de humo y/o biogás afectando la calidad del aire.....	3
Foto 2	Situación actual del vertedero	6
Foto 3	Vertedero de La Vega – 2013.....	7
Foto 4	Esparcimiento, compactación y cobertura en un relleno sanitario.	14
Foto 5	Laguna de lixiviados en el Relleno de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador.-	14
Foto 6	Relleno sanitario semi-aeróbico en Santa Rosa de Lima, El Salvador.	18
Foto 7	Construcción de drenes para la recolección de lixiviados.....	37
Foto 8	Letrero del horario del relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador	46
Foto 9	Buzos en plena recuperación de materiales en Duquesa -SDN	47
Foto 10	Quema de basura para recuperación de metales en Rafey - Santiago	47
Foto 11	Planta de clasificación de residuos en el SDF del municipio de Querétaro, México.	49
Foto 12	Instalaciones y equipos para el SDF	53
Foto 13	Tractor Compactador	64
Foto 14	Apertura de camino de acceso interno en el vertedero de Azua	64
Foto 15	Excavadora.....	65
Foto 16	Cargador neumático.	65
Foto 17	Excavación de material de cobertura en el vertedero de Azua	67
Foto 18	Construcción con excavadora del muro de contención durante la rehabilitación del vertedero de Azua.....	67
Foto 19	Carga y transporte de residuos en camión volteo en el SDF de Azua	68
Foto 20	Balanza con registro computarizado de peso en el relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador.....	68
Foto 21	Descarga de residuos en el relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador (no me gusta la foto)	78

Foto 22	Cercas fijas y móviles para control de basura menuda	79
Foto 23	Residuos “buenos” y “malos”	79
Foto 24	Esparcimiento y compactación de residuos con buldócer en el SDF de Azua	82
Foto 25	Inclinada hacia arriba.....	88
Foto 26	Compactación plana	88
Foto 27	Vaciado del material de cobertura	90
Foto 28	Cobertura.....	90
Foto 29	Tipos de incendio.....	98
Foto 30	Identificación de incendios subterráneos.....	99
Foto 31	Pozos verticales de extracción	105
Foto 32	Pozos horizontales de extracción.	105
Foto 33	Brote de lixiviado	107
Foto 34	Recirculación de lixiviado en la masa de residuos	109
Foto 35	Alcantarrilla de aguas pluviales en un relleno sanitario	110
Foto 36	Retención de aguas pluviales en un relleno sanitario.....	110

PRESENTACIÓN

Las debilidades institucionales, financieras, técnico-operativas de los ayuntamientos, así como la falta de colaboración de la ciudadanía, se han traducido por años en una gestión inadecuada e ineficiente de los residuos sólidos urbanos en todas sus etapas, pero sobre todo, en lo concerniente a la disposición final: más de 350 vertederos a cielo abierto diseminados en todo el territorio nacional, impactan negativamente el medio ambiente, los recursos naturales y la salud de la población, según un levantamiento realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

De todas las etapas del manejo, es la disposición final la que en la actualidad provoca mayores impactos al medio ambiente, ya que las autoridades locales se enfocan a hacer desaparecer la “basura” que molesta al ciudadano, descuidando la disposición final, la cual se realiza sin el más mínimo control sanitario y ambiental.

En este contexto, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales inició en enero del 2014 el “Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional -FOCIMIRS”, con el apoyo del pueblo japonés, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón –JICA, por un periodo de tres años. Durante las discusiones del proyecto, se identificó la necesidad de preparar materiales de apoyo que servirían de soporte a los municipios para la preparación de sus planes de GIRS. De ahí que se contemplara la elaboración de manuales que aborden todas las etapas del manejo de los residuos, así como otros aspectos complementarios de vital importancia para garantizar una gestión integral sostenible de los residuos sólidos.

Es así como nace el “Manual de Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales”, con la finalidad de proveer una herramienta de apoyo a las municipalidades para la planificación, diseño, construcción y operación de sitios de disposición final -SDF controlados. Este Manual tiene tres (3) partes. La primera aborda aspectos generales relacionados a la disposición final de los residuos sólidos, incluyendo conceptos básicos; la segunda, hace referencia a la etapa de planificación del desarrollo de un SDF; y finalmente, la tercera parte

trata los aspectos relacionados a la operación del SDF ya construido. En el documento se desarrollan criterios estándares para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios, tanto mecanizados para municipios grandes que disponen de mayores recursos financieros, como manuales para aquellos pequeños que, tanto por generación como por determinadas condiciones geográficas, deben instalar y operar su relleno completamente a mano.

El documento trata únicamente los residuos sólidos municipales -RSM, tal y como definidos en la normativa vigente en el país. No incluye la planificación, diseño, construcción y operación de rellenos de seguridad, dado que la gestión de residuos especiales (salvo los del hogar) y peligrosos (industriales y hospitalarios) no son de competencia municipal, sino que su manejo es responsabilidad de sus generadores, quienes deben hacer uso de gestores autorizado; a menos que cuenten con instalaciones propias.

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales se complace en poner este documento en manos de las alcaldías del país, responsables directas del manejo de los residuos sólidos, a fin de contribuir a la creación de las capacidades necesarias y, de esta manera, aunar esfuerzos decisivos para transformar la situación de uno de los más graves problemas ambientales que tiene hoy la República Dominicana.

PARTE I

1 Generalidades

1.1 Situación actual y marco legal de la disposición final en la República Dominicana

1.1.1 Situación actual de la disposición final de los RSM

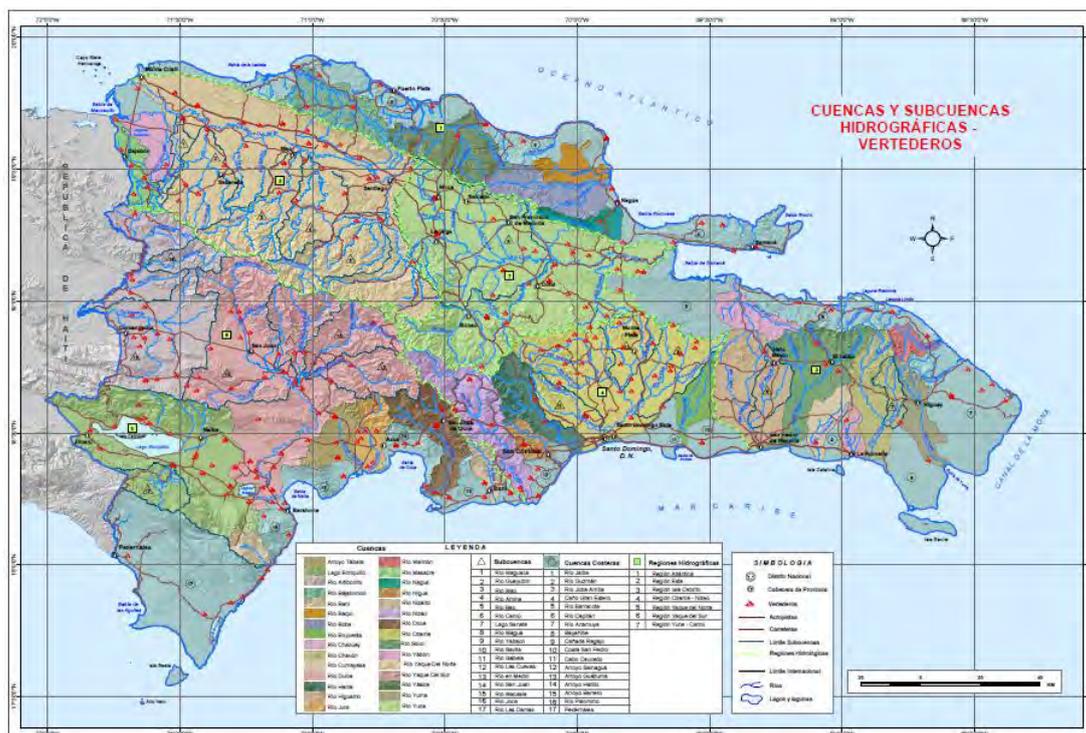
Esta etapa del manejo es, sin lugar a dudas, la más desatendida en el país, ya que en la gran mayoría de los casos, no se toman las medidas mínimas ni se cuenta con sistemas de control para la prevención de la contaminación. La disposición final se ha realizado en los llamados vertederos municipales establecidos a lo largo y ancho de todo el territorio nacional. Casi en su totalidad son vertederos incontrolados a cielo abierto, ubicados en terrenos alquilados o propiedad del Estado, que se encuentran en muchos casos en las proximidades de cursos de agua y quebradas, causando impactos, aún no estudiados, pero presumiblemente graves. Esta situación viene presentándose desde hace tiempo, pues según el “Diagnóstico Preliminar del Sector Residuos Sólidos en la República Dominicana”, realizado en el año 2001, una foto aérea del país ya reflejaba un territorio de vertederos incendiados, donde el 99% de los ayuntamientos no había establecido instalaciones apropiadas para disponer sus residuos municipales.



Foto 1 En los vertederos, no hay manejo de lixiviados y hay emisión de humo y/o biogás afectando la calidad del aire.

En el levantamiento de información realizado en el año 2010 por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en coordinación con la Agencia de

Cooperación Técnica Alemana (GIZ) y el Comité Coordinador Nacional (CCN-GIRESOL) se determinó que existían en el país más de 350 vertederos a cielo abierto, de los cuales 325 fueron georreferenciados (ver mapa más abajo), resultando unos 148/Km², cantidad muy elevada para un país insular y de superficie reducida. La cantidad de vertederos era de 3.44/100,000 habitantes (9, 445,281 habitantes)¹.



Fuente : Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales - 2015

Figura 1 Mapa hidrográfico de RD con vertederos georreferenciados en 2010.

Se determinó que el 66% de los vertederos georreferenciados están ubicados en suelos clase I a IV, aptos para la producción agrícola y pecuaria; el 60%, en zonas con presencia de acuíferos de gran, alta y mediana importancia hidrogeológica; el 17%, en zonas con nivel freático menor de 50 m; el 6% a menos de 100 m de lagos y lagunas; el 89%, a menos de 1,000 m de ríos, arroyos y cañadas; el 5%, a menos de 3 Km de aeropuertos; y el 30%, localizados en zonas de inundaciones.

¹ IX Censo Nacional de Población y Vivienda 2010.



Figura 2 Ubicación de vertederos en Mapa Hidrogeológico – RD

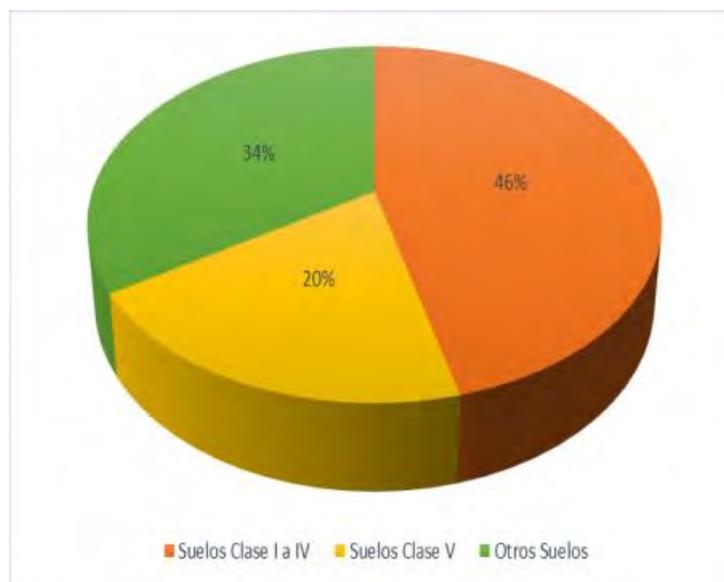


Figura 3 Ubicación de vertederos en Mapa de Capacidad Productiva-RD

De acuerdo al diagnóstico, el manejo adecuado de los residuos en los diferentes vertederos es prácticamente nulo. En más del 97% de los casos, la disposición de los mismos se realiza a cielo abierto. No hay cobertura regular ni compactación, tampoco un manejo adecuado de lixiviados, ni del biogás generado. De los 354 vertederos identificados se determinó que en 140 de ellos (39.5%) existe la presencia de animales (vacas, chivos, ovejos y aves), lo que permite que a su vez que estos se conviertan en vectores.

Para el manejo de los vertederos, las alcaldías del país contaban apenas con 83 equipos pesados (palas mecánicas y buldócers). Cabe destacar que esta investigación reveló que en los vertederos de Duquesa y Rafey, donde se disponían más del 50% de los residuos generados en el país, el manejo presenta cierto control al realizarse cobertura frecuente de los residuos. En el

mismo sentido, en relación a Duquesa, el estudio realizado en el 2005 en el DN, reconoce que “aunque el relleno no cuenta con una capa impermeable ni con una apropiada instalación para el tratamiento de lixiviados, se han hecho esfuerzos en las medidas de protección ambiental”²; los residuos de alguna manera están cubiertos de tierra, se lleva registro de los residuos depositados y se han instalado tuberías para la evacuación de gases”.

A continuación algunas fotos donde puede apreciarse la situación del manejo inadecuado de los sitios de disposición final del país.



Vertedero de Duquesa-Agosto 2013



Vertedero de Higüey - agosto 2013



Vertedero de La Romana-Agosto 2013.



Vertedero de Puerto Plata - 2014

Foto 2 Situación actual del vertedero

Justo es resaltar los esfuerzos realizados por el ayuntamiento del municipio de La Vega, durante la gestión 2010 – 2016, el cual realizó la rehabilitación parcial del vertedero a cielo abierto existente, realizando la cobertura de la zona de tiro del momento y habilitando otras áreas donde se compactaban los residuos y se daba cobertura de manera regular. Esta simple medida impacta positivamente el ambiente, como puede apreciarse en la foto de más abajo; aunque vale aclarar que la readecuación no es completa, pues no existe manejo de lixiviados ni del

² JICA/ADN (2005) “El Estudio del Plan de Manejo Integrado de Desechos Sólidos en el Distrito Nacional, Santo Domingo de Guzmán, República Dominicana”.

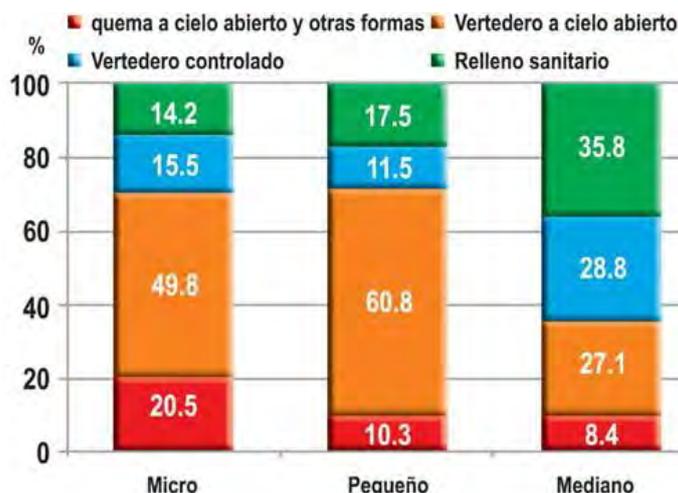
biogás.



Foto 3 Vertedero de La Vega – 2013

Es importante destacar que las tarifas que se pagan, no permiten que se manejen los residuos adecuadamente. De acuerdo a las estimaciones de la empresa operadora, el costo anual para el 2010 de una operación óptima era de RD\$ 353, 936,668.18 o RD\$ 29, 494,722.35 mensuales generando un costo de RD\$ 258.32/ton (US\$ 6.88/ton)³. Ya para el 2014, este costo aumenta a US\$9.04/ton, según datos suministrados por la empresa Lajún Corporation. Sin embargo, en la actualidad los municipios pagan un monto mucho menor al indicado, siendo el que más paga el Distrito Nacional, alrededor de US\$3.00/ton. El costo promedio de la disposición final en América Latina y el Caribe, de acuerdo a dicho estudio es de US\$20.43/Ton.

³ Plan Maestro para Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Mancomunidad de Ayuntamientos del Gran Santo Domingo. BID. 2011 - 2013



Fuente: Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos en ALC. 2010. Micro: ≤15.000 habitantes; Pequeño: 15.001 - 50.000 habitantes; Mediano: 50.001

Figura 4 Disposición final en América Central y el Caribe

El estudio “Plan Maestro para Manejo Integral de los Residuos Sólidos en la Mancomunidad de Ayuntamientos del Gran Santo Domingo⁴ realizado en el 2012 arrojó un costo de disposición final de US\$17.10/ton. Este costo junto con los costos de recolección y transferencia, dan como resultado valores desde \$US\$ 52.84/ton (con modalidad 1) a 79.94 (con recogida selectiva). El estudio concluye que “de acuerdo al análisis de la capacidad de pago, se permite establecer la viabilidad económica y financiera del proyecto, dado que la incidencia de la factura residencial media en el gasto promedio de los hogares asciende al 2%”.

De todo lo indicado anteriormente, bien podría concluirse que si sobrevoláramos el territorio nacional, quince años después de ese primer diagnóstico realizado en el 2001, la República Dominicana continúa siendo un gran basurero.

1.2 Marco legal

1.2.1 La Constitución de la República Dominicana

La Constitución actual fue promulgada el 13 de junio del 2015. En la sección IV: De los derechos colectivos y del medio ambiente, el Art. 66, en su numeral 2, establece la protección del medio ambiente como un derecho colectivo. El

⁴ Idem.

Artículo 67 indica que el estado tiene el deber de “prevenir la contaminación, proteger y mantener el medio ambiente en provecho de las presentes y futuras generaciones”, a la vez que consagra el derecho de toda persona a “habitar en un ambiente sano”.

1.2.2 La Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales (Ley 64-00)

Promulgada el 18 de agosto del año 2000, el Art. 1 señala como objeto de la ley el “establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales, asegurando su uso sostenible”.

En el tema de disposición final, se debe tener en cuenta el Capítulo IV sobre la Evaluación Ambiental (Arts. 38-48) y el Capítulo VI “De las basuras y residuos domésticos y municipales” (artículo 107, párrafo II).

Los artículos relativos a la evaluación ambiental incluyen disposiciones relativas al proceso de evaluación ambiental que debe seguir “cualquier actividad, proyecto u obra de infraestructura que por sus características pueda afectar el medio ambiente”. Este proceso incluye la presentación de un estudio de impacto ambiental (EIA). Existen diferentes categorías de estudio, dependiendo de la naturaleza y la magnitud del proyecto en cuestión. El Art. 41 especifica los proyectos y obras de infraestructura que requieren ser sometidos al proceso de evaluación ambiental y presentar los estudios correspondientes, entre los cuales se encuentran incluidos los rellenos sanitarios (numeral 15).

El párrafo II del Art. 107 ratifica lo dispuesto en el Art. 38, en el sentido que la instalación y operación de un vertedero municipal requiere el estudio de evaluación ambiental pertinente.

1.2.3 El Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental

En el anexo A del Procedimiento de Evaluación Ambiental, se indican las categorías correspondientes a los procesos y/o las instalaciones para el manejo de los residuos sólidos, según “el impacto ambiental potencial o bien el riesgo ambiental y/o la introducción de modificaciones nocivas o notorias al paisaje y/o a los recursos culturales del patrimonio nacional: recolección de residuos urbanos no peligrosos, **disposición de residuos sólidos no peligrosos,**

reutilización y reciclaje de residuos no peligrosos, reciclaje de baterías y recolección, transporte, almacenamiento y exportación de pedazos de metales”.

1.2.4 Ley sobre el Distrito Nacional y los Municipios (Ley 176-07)

El Art. 19, en el inciso (f) ordena a los ayuntamientos “Normar y gestionar la protección de la higiene y salubridad públicas para garantizar el saneamiento ambiental. En tanto el (m), ratifica la competencia de los municipios en los servicios de limpieza y ornato público, recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

1.2.5 La Norma para la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos No Peligrosos

Esta norma emitida en junio del 2003, establece los lineamientos para la gestión de los residuos sólidos municipales no peligrosos y especifica los requisitos sanitarios que se cumplirán en el almacenamiento, recolección, transporte y disposición final (Punto 6), así como las disposiciones generales para la reducción, reaprovechamiento y reciclaje de los residuos sólidos.

1.2.6 La Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales

Mediante esta Política, emitida mediante la resolución No.19-2014, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece los fundamentos, principios, objetivos y líneas de acción en materia de gestión integral de residuos sólidos municipales. En lo concerniente a la disposición final, esta política presenta, como líneas de acción:

- Establecer la normativa relativa a la disposición final
- Garantizar una disposición final sin peligro para la población y el medio ambiente (aire, suelo, agua).
- Implementar como norma general la disposición final de los RSM en “rellenos sanitarios/vertederos controlados regionales/provinciales” para las ciudades grandes y/o mancomunidades.
- Promover las soluciones de “vertederos controlados manuales” para las pequeñas ciudades y medios rurales, cuya situación geográfica y/o generación de residuos impida la viabilidad económica para depositar en rellenos sanitarios/vertederos controlados regionales/provinciales.

1.3 Disposición final: Conceptos Básicos

¿Por qué es necesaria una disposición final adecuada?



Figura 5 Problemas planteados por los vertederos a cielo abierto

La disposición de residuos sólidos sin ningún tipo de control, como ocurre en los vertederos a cielo abierto, genera impactos negativos directos en el medio ambiente circundante. Los de mayor importancia son:

- Contaminación del suelo.
- Contaminación de las aguas subterráneas (acuíferos) por percolación de lixiviados.
- Contaminación de las aguas superficiales por escorrentía superficial y subsuperficial.
- Generación y emisión de biogás, conteniendo gases de efecto invernadero, producto de la descomposición y de la combustión incontrolada de los residuos allí vertidos.
- Incendios provocados por la presencia del biogás y por el aumento de la temperatura en la masa de residuos, debido a la acción del sol sobre los mismos y al calor generado en dicho proceso de descomposición.
- Emisión de otros gases y material particulado a la atmósfera.

- Ocupación no controlada del territorio generando cambios e impactos negativos sobre el paisaje y los espacios naturales.
- Generación de malos olores.
- Sensación de abandono y suciedad, producida por la presencia de residuos diseminados.
- Contaminación visual por la alteración de la estética del paisaje.

Por otro lado, este vertido incontrolado tiene efectos importantes en la salud humana:

- Enfermedades debido a la proliferación de plagas y vectores transmisores de las mismas, por ejemplo roedores e insectos (moscas, cucarachas, etc.).
- Creación de focos infecciosos.
- Agudización de las enfermedades respiratorias debido a la quema natural o provocada de los residuos.

Además de estas consecuencias directas de la gestión inadecuada de los residuos sólidos municipales, existen efectos indirectos, como la sobreexplotación de los recursos naturales. Los residuos están formados por recursos que en la mayoría de los casos son no renovables. Es por ello que la disposición final de los residuos que pueden volver a utilizarse como insumo en un ciclo productivo contribuye a un mayor consumo de recursos naturales vírgenes. En otro orden, la instalación de un sitio de disposición final de residuos ocasiona, en general, la pérdida de valor económico de las propiedades circundantes.

No se puede dejar de mencionar, el problema social que representa la presencia de recicladores de base, popularmente conocidos como “buzos”, quienes realizan su labor en condiciones inhumanas, sin ningún tipo de protección personal ni social, expuestos a altos riesgos para su salud.

En resumen, el vertido incontrolado o a cielo abierto tiene múltiples efectos negativos en la salud humana e impactos ambientales, económicos, sociales, ecológicos y estéticos.

La disposición final es la última etapa en el manejo de los residuos sólidos municipales y comprende al conjunto de operaciones destinadas a lograr el depósito permanente de residuos sólidos. Idealmente deben destinarse a

disposición final los productos de las fracciones de rechazo inevitables resultantes de los procesos de valorización de los mismos. No obstante, en la práctica, los residuos que se destinan a disposición final son aquellos que por diversas circunstancias no tienen valor económico alguno en el contexto en que se generan. La carencia de valor puede ser porque no pueden ser reutilizados, debido a que no pueden comercializarse los materiales recuperados o no existe la tecnología adecuada para su valorización.

El método de disposición final más utilizado para los residuos sólidos municipales es el relleno sanitario y/o el vertedero controlado. Entonces cabe la pregunta: **¿Qué es y para qué sirve un relleno sanitario/vertedero controlado?**

1.4 Relleno sanitario

La normativa vigente en el país define relleno sanitario o vertedero controlado como la “técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales; comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente; el control de los gases, de los lixiviados, y de la proliferación de vectores, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población”⁵.

Un relleno sanitario puede definirse también como un método y a la vez un lugar, donde se depositan en el suelo, utilizando principios de ingeniería, los residuos que produce una determinada zona habitada, de tal manera que se controla y/o minimizan los impactos al ambiente y a la salud de la población sometida al riesgo de sus efluentes. Además puede decirse que es el sitio donde diariamente los residuos son recibidos, esparcidos, compactados, cubiertos; y donde se realiza el control ambiental (principalmente de los gases, lixiviados y olores). Igualmente se realiza control de la estabilidad para prevenir riesgos de deslizamiento.

El relleno sanitario tiene como finalidad principal conservar y proteger el entorno de su área de influencia. La técnica busca evitar y/o minimizar los efectos

⁵ Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos No Peligrosos. Pág. 14.

derivados de una disposición incontrolada, tal y como fue señalado anteriormente. Para lograr estos objetivos se requiere de una serie de infraestructuras bien diseñadas, de equipos adecuados y de una correcta operación.



Foto 4 Esparcimiento, compactación y cobertura en un relleno sanitario.



Foto 5 Laguna de lixiviados en el Relleno de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador.-

1.4.1 Tipos de Rellenos Sanitarios

Existen diferentes tipos de rellenos sanitarios. Según el método de operación, estos pueden ser: manuales y con compactación mecanizada; y según el proceso de descomposición aeróbicos, anaeróbicos o semi-aeróbicos,

1.4.2 Rellenos sanitarios manuales

Los rellenos sanitarios manuales constituyen la solución más adecuada sea para municipios y comunidades pequeñas (hasta 30,000 habitantes), cuya generación sea igual o menor de 15 toneladas/día⁶ o para municipios ubicados

⁶ GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES. Jorge Jaramillo, Universidad de Antioquia, Colombia. CEPIS – OPS, 2002. Pág. 61

en sitios aislados y/o con escasos recursos económicos. En este tipo de relleno, los obreros realizan las actividades manualmente: descarga, esparcimiento, compactación y cobertura los residuos, así como el mantenimiento de cunetas, construcción de chimeneas y drenajes, excavación de nuevos módulos, etc. Hay que tener en cuenta que la compactación del material es menos eficiente y, por lo tanto, la inestabilidad de los residuos confinados no permite alcanzar grandes alturas (generalmente 3 metros). Esta situación tiene como consecuencia que se requiera más superficie y por ende un aumento en la producción de lixiviados.



Fuente: Manual para la operación de rellenos sanitarios. SEDESOL, México.

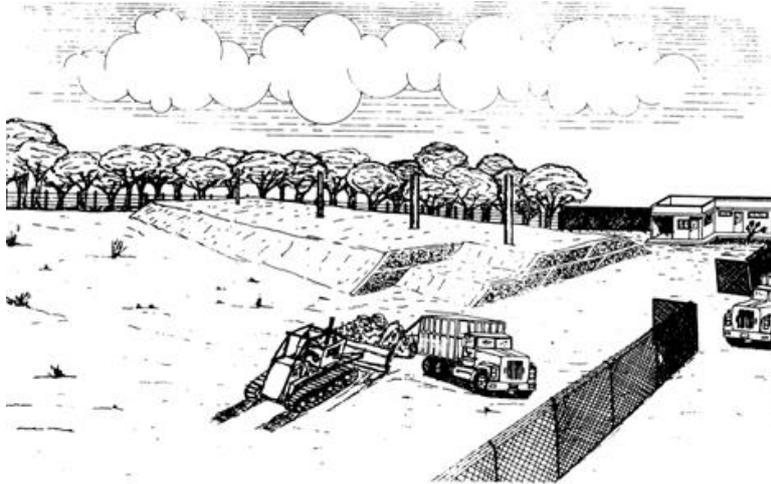
Figura 6 Relleno sanitario manual

1.4.3 Rellenos sanitarios con compactación mecanizada

En contraposición a los rellenos sanitarios manuales, los de compactación mecanizada, total o parcial, tienen su aplicación en municipalidades medianas y grandes, que por la cantidad generada, los rellenos no podrían manejarse completamente a mano, y por lo tanto requieren del uso de maquinaria para la realización de las operaciones básicas: esparcimiento, compactación y cobertura de los residuos; así como para las excavaciones y el transporte necesario para suministrar nuevo material de cubierta. Si la generación diaria es 16-40 ⁷ ton/día, el relleno sanitario puede ser operado de manera semi-mecanizada. El relleno sanitario mecanizado aplica para poblaciones

⁷ GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES. Jorge Jaramillo, Universidad de Antioquia, Colombia. CEPIS – OPS, 2002. Pág. 59

que generen más de 40 ton/día. Estos municipios disponen generalmente de fondos más adecuados y también de personal técnico capacitado.



Fuente: Fuente: Manual para la operación de rellenos sanitarios. SEDESOL, México.

Figura 7 Rellenos sanitarios con compactación mecanizada

Como puede observarse cada método tiene campo de aplicación. Cuando el municipio planifica la construcción de un sitio de disposición final, se recomienda la realización de un estudio de factibilidad comparando las ventajas y desventajas de ambas tecnologías para el caso en cuestión.

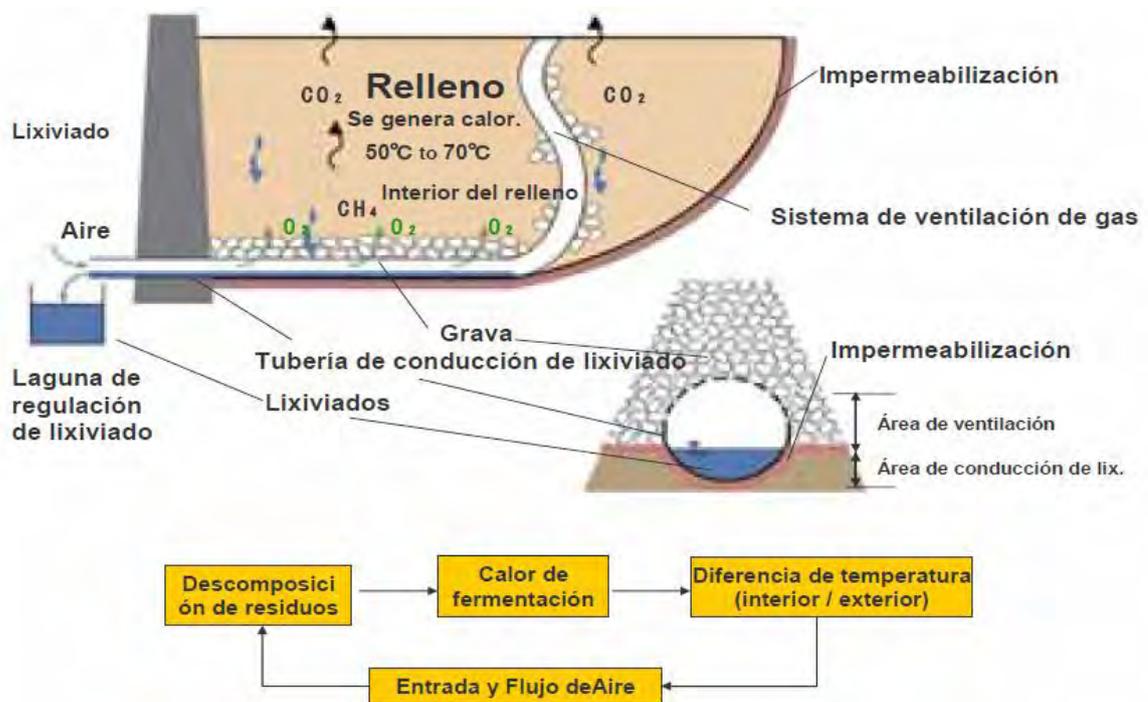
Una correcta gestión de un sitio de disposición final implica el desarrollo exitoso de las etapas de planificación, diseño, operación, clausura y postclausura (adecuación y uso final); las cuales serán abordadas en el presente manual.

La experiencia desarrollada en las instalaciones de los pocos rellenos sanitarios operados hasta la fecha en el país (si es que se puede decir que existe alguno en la acepción completa del término), no ha sido satisfactoria; dejando claro que sólo a través de un diseño cuidadoso junto a una operación adecuada, usando tecnologías apropiadas al entorno y teniendo en cuenta las condiciones socioculturales, se podrá dar respuesta a la imperiosa necesidad de disponer adecuadamente los residuos sólidos no aprovechables.

1.4.4 Rellenos sanitarios semi-aeróbicos y anaeróbicos

La clasificación de rellenos sanitarios semi-aeróbicos y anaeróbicos obedece a la presencia de oxígeno en el proceso de descomposición de los residuos orgánicos una vez depositados, compactados y cubiertos; dando como resultado una composición diferente en el biogás resultante de dicho proceso.

En el primer caso, rellenos sanitarios semi-aeróbicos, se crean las condiciones para la entrada de oxígeno en la masa de residuos y por lo tanto el gas resultante está formado principalmente por dióxido de carbono. Este método fue desarrollado por los japoneses y se conoce como el método Fukuoka.



Fuente: Lineamientos para la formulación del plan de desechos sólidos para municipios, El Salvador 2009.

Figura 8 Relleno semiaeróbico





Foto 6 Relleno sanitario semi-aeróbico en Santa Rosa de Lima, El Salvador.

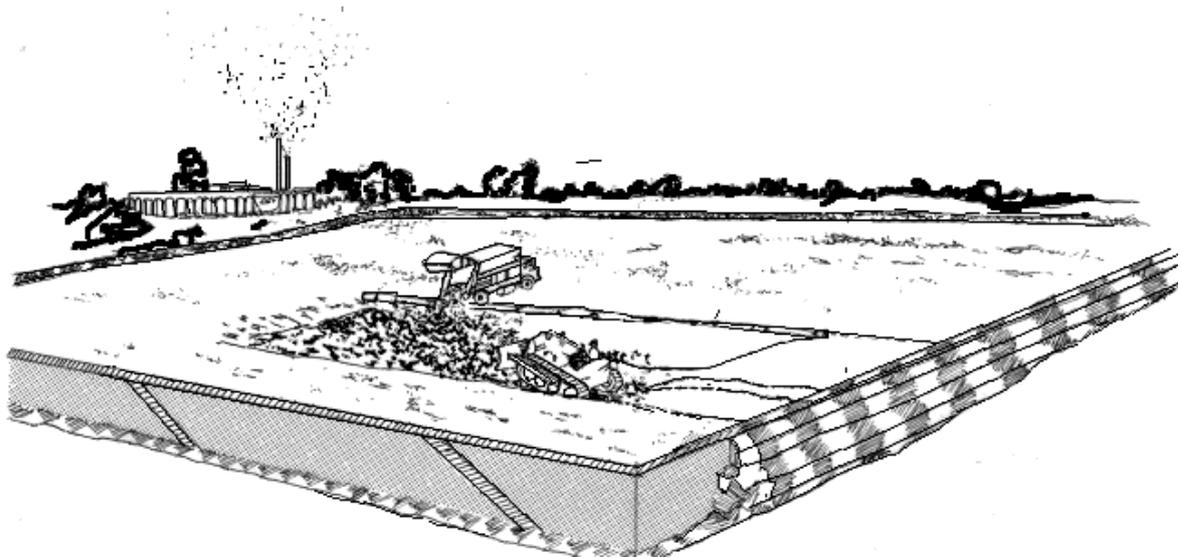
En el segundo caso, rellenos sanitarios anaeróbicos, se impide la entrada de oxígeno en el cuerpo de residuos, ocurriendo un proceso de fermentación en condiciones anaeróbicas y el gas resultante, una vez estabilizado el proceso, tiene una alta concentración de metano. Ambos, el dióxido de carbono y el metano son gases con efecto invernadero. Sin embargo, se ha establecido que el metano contribuye 20-23 veces más al calentamiento global que el dióxido de carbono.

1) Métodos de relleno

Los principales métodos usados para disponer los RSM en un relleno sanitario pueden clasificarse como: 1) Trinchera, 2) Área, y 3) Combinado. Las características principales de cada uno de estos métodos se describen a continuación:

2) Método de Trinchera

Este método es usado normalmente donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras. Este método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera (talud 3:1), donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas, hasta formar una celda que después será cubierta, por lo menos una vez al día, con el material excavado de la trinchera, esparciéndolo y compactándolo sobre los residuos.

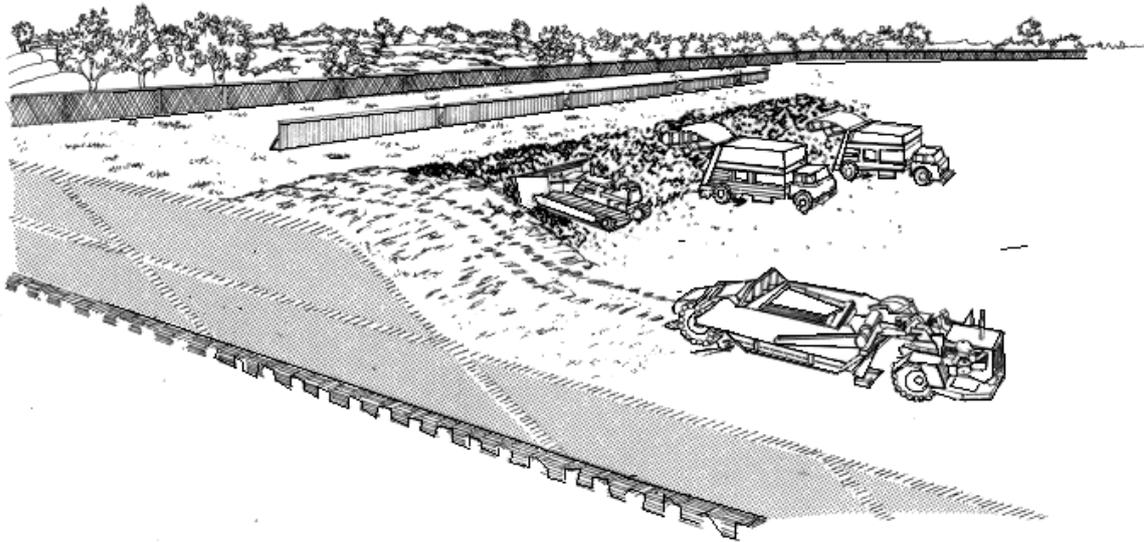


Fuente: Manual para la operación de rellenos sanitarios. SEDESOL. México

Figura 9 Método de trinchera

3) Método de Área

Este método se puede usar en cualquier tipo de terreno disponible como canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones y ciénegas contaminadas. Un aspecto de suma importancia es la cercanía del lugar donde se conseguiría el material de cobertura, a fin de no encarecer la operación. El método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo.

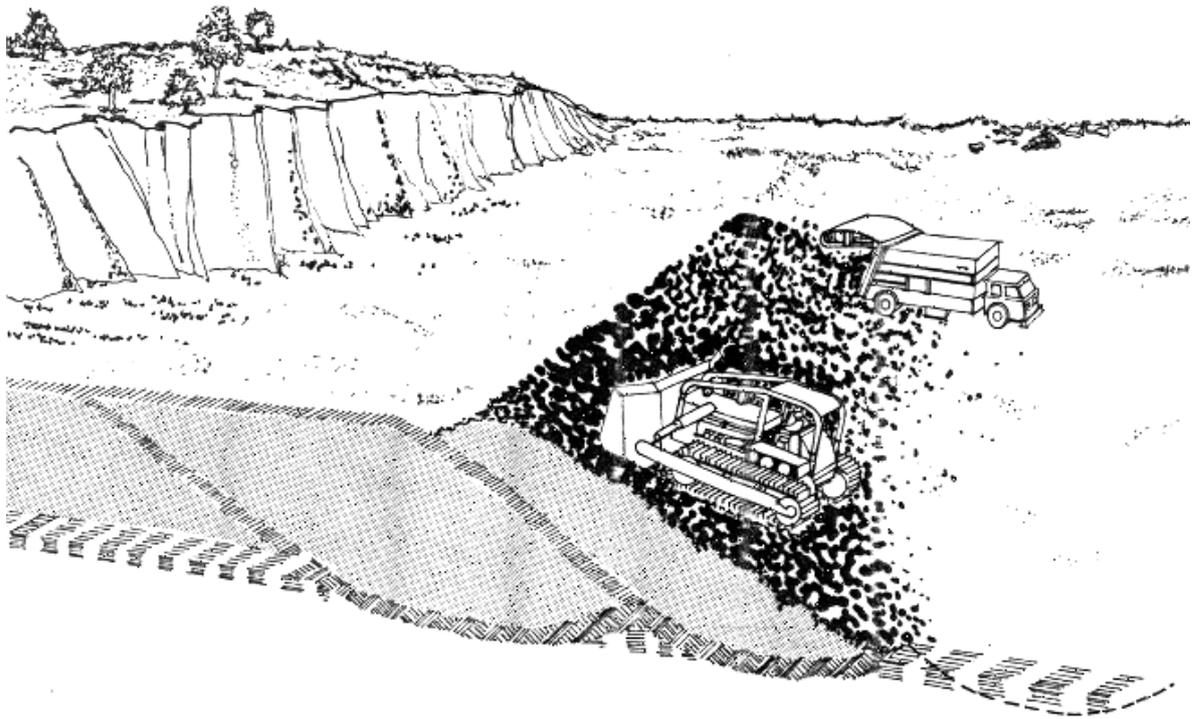


Fuente: Manual para la operación de rellenos sanitarios. SEDESOL. México

Figura 10 Método de área

4) Método Combinado

En algunos casos cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores, por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa con el método de área en la parte superior. Otra variación del método combinado, consiste en iniciar con un método de área, excavando el material de cubierta de la base de la rampa, formándose una trinchera, la cual servirá también para ser rellena. Los métodos combinados son considerados los más eficientes ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta (siempre y cuando esté disponible en el sitio) y aumentan la vida útil del sitio.



Fuente: Manual para la operación de rellenos sanitarios. SEDESOL. México

Figura 11 Método combinado o mixto

1.4.5 Reacciones que ocurren en un relleno sanitario

Con fines de ilustración y aunque de manera muy general, se considera de interés presentar qué ocurre en la masa de residuos una vez depositados en el suelo, a fin de que los operadores sean conscientes de que un SDF es un ente vivo y dinámico, en el cual se producen reacciones biológicas, químicas y físicas, dando como resultado productos, en forma gaseosa y líquida, cuyo efectos al medio ambiente y a la salud no podemos olvidar y, por lo tanto, hay que prestar la debida atención.

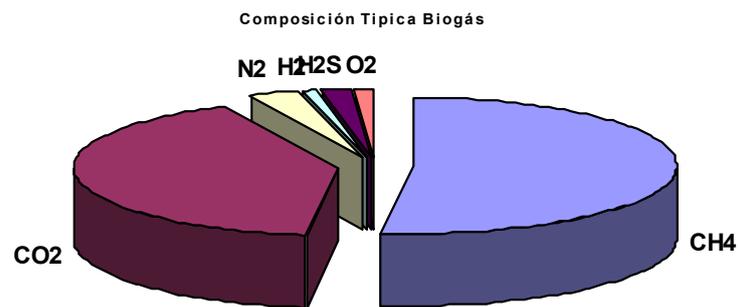
Las reacciones más significativas que ocurren en un SDF son biológicas, en las cuales intervienen microorganismos que descomponen la materia orgánica presente en los residuos sólidos, dando lugar a la formación de gases y eventualmente líquidos. El proceso de degradación inicia en presencia de oxígeno (condiciones aeróbicas), produciéndose principalmente dióxido de carbono (CO_2), pero una vez que se consume todo el oxígeno presente, el proceso continua bajo condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno) y en esta etapa la materia orgánica se transforma fundamentalmente en metano (CH_4), dióxido de carbono y muy pequeñas cantidades de amoníaco (NH_3) y ácido sulfhídrico (H_2S).

Simultáneamente a las reacciones biológicas, ocurren reacciones químicas, entre las cuales, es significativamente importante la disolución en los lixiviados de los productos de conversión biológica y otros compuestos, particularmente los compuestos orgánicos, ya que estas sustancias pueden ser transportadas fuera del relleno sanitario con los lixiviados. Dichos compuestos orgánicos pueden ser posteriormente incorporados a la atmósfera a través del suelo (cuando se tiene una fuga) o a través de las instalaciones de tratamiento de lixiviados. Otras importantes reacciones químicas que se presentan, son aquellas entre ciertos compuestos orgánicos y las capas de arcilla las cuales alteran las propiedades y estructura de la misma.

En cuanto a los cambios físicos en el relleno sanitario, los más importantes están asociados con la difusión de gases dentro y fuera del relleno, el movimiento de lixiviados en el relleno sanitario y subsuelo y los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de los materiales depositados.

La composición típica del biogás es:

- Metano (CH_4): 50% a 60%
- Dióxido de Carbono (CO_2): 40% a 50%
- Compuestos Volátiles Orgánicos (VOCs): Trazas
- Valor Calorífico: 18.6 MJ/Nm³ o 4,450 kCal/Nm³
- Contenido de Humedad: Saturado



Fuente: Presentación "Fundamentos del biogás", Ing. José Luis Dávila. SCS Engineers. Seminario « Reduciendo las emisiones de metano en el sector residuos » Global Methane Initiative. CNCCMDL. Santiago, mayo 2014

Figura 12 Composición típica del biogás

El metano es un gas incoloro, inodoro e insípido, más ligero que el aire, relativamente insoluble en agua y altamente explosivo. Su límite inferior de explosividad = 5% en el aire y el límite superior de explosividad = 15% en el aire.

El metano es un Gas de Efecto Invernadero porque absorbe la radiación infrarroja terrestre (calor) que, de otro modo, escaparía al espacio (característica de un GEI). El metano es un GEI, 21 veces más potente por peso que el CO₂. Hoy hay 150% más metano que en el año 1750.

El movimiento de gases y las emisiones merecen particular atención, pues por ejemplo, cuando el biogás se encuentra atrapado, la presión interna puede causar agrietamiento de la cubierta y fisuras, permitiendo que el agua penetra a través de esas grietas. La humedad genera una mayor producción de gas y consecuentemente provoca un mayor agrietamiento. A mayor agrietamiento, mayor probabilidad de fuga de biogás, el cual lleva trazas de compuestos carcinogénicos y teratogénicos que son incorporados al ambiente.

Con relación a los compuestos carcinogénicos y teratogénicos, vale destacar que se han realizado varios estudios en diferentes lugares (Canadá, USA, Alemania, entre otros) donde se demuestra la vinculación de estos gases a trastornos diversos de salud, como malformaciones congénitas, patologías nerviosas y sobre todo, cáncer. Uno de esos estudios realizado en Montreal mostró una elevación, significativa estadísticamente, de bajo peso en recién

⁸ La misma fuente que el gráfico presentado.

⁹ Idem

nacidos en comparación con una población de referencia no expuesta¹⁰. Otro llevado a cabo en NY mostró una elevación moderada, pero estadísticamente significativa) de riesgos de malformaciones en recién nacidos, cuando las madres residían cerca del relleno sanitario. En Alemania se encontró un aumento estadísticamente significativo en el número de leucemias en la comunidad de Petershagen, situada a 5 Km al suroeste del relleno. Otro estudio similar muestra un aumento estadísticamente significativo en el número de leucemias en la comunidad de Stadthagen, situada a 8 Km al sudeste del relleno.

Por otro lado, y de suma importancia, está el hecho de que el biogás contiene un alto porcentaje de metano, por lo que existen riesgos de explosión o combustión.

1) Ventajas y desventajas de un relleno sanitario¹¹

a. Ventajas

- El relleno sanitario, como uno de los métodos de disposición final de los residuos sólidos municipales, es la alternativa más económica; sin embargo, es necesario asignar recursos financieros y técnicos suficientes para la planeación, diseño, construcción y operación. Las ventajas más importantes son:
- La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para la implementación de un sistema de incineración.
- Cuando se dispone de material para la cobertura de los residuos sólidos en el mismo sitio, esta condición es generalmente la más económica de las diferentes opciones para la disposición final.
- El relleno sanitario es un método final para la disposición de los residuos sólidos, que no requiere de operaciones adicionales, tal como el caso de la incineración, para la disposición de los productos finales.
- Se recuperan terrenos antes considerados como improductivos o marginales transformándolos en áreas útiles para la creación de parques, zonas recreativas y esparcimiento, o simplemente áreas verdes.

¹⁰ Décharges et santé des populations riveraines, CEFE, 1995, p. 2-5. Los casos que siguen corresponden a la referencia citada.

¹¹ Manual para la operación de rellenos sanitarios – SEDESOL, México.

- Es un método flexible, dado que en caso de incrementar la cantidad de residuos por disponer se requiere únicamente de muy poco equipo y personal.
- El gas metano generado por la descomposición de la fracción orgánica contenida en los residuos sólidos, puede ser atractivo para su aprovechamiento como fuente de energía no convencional, dependiendo de las características del sitio.

b. Desventajas:

- La oposición de la población por la construcción de un relleno sanitario, se debe a dos aspectos fundamentales: la falta de conocimiento sobre el método de relleno sanitario y la desconfianza en los servidores públicos de la localidad.
- Requiere gran cantidad de terreno, dependiendo de la capacidad. Esto es especialmente importante en lugares con poca disponibilidad de terreno.
- Se requiere de una supervisión permanente para mantener un alto nivel de las operaciones y asegurar que no habrá fallas a futuro.
- Cuando no existen terrenos cercanos a las fuentes de generación de residuos sólidos, debido al crecimiento urbano, el costo de transporte se verá fuertemente afectado.
- La relativa cercanía de los rellenos a las áreas urbanas puede provocar serios problemas de queja pública.
- Existe un alto riesgo que, sobre todo en los países del tercer mundo, por la carencia de recursos económicos para la operación y mantenimiento, se convierta el relleno sanitario en tiradero a cielo abierto.
- Puede presentarse eventualmente la contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, así como la generación de olores desagradables y gases, si no se toman las debidas medidas de control y de seguridad.
- Los asentamientos diferenciales que sufren los rellenos sanitarios con respecto al tiempo, impiden que estos sean utilizados de inmediato una vez que se han concluido las operaciones, teniendo que esperar un tiempo prudente antes de darle el uso previsto.

1.5 Etapas del Desarrollo de un Proyecto de SDF Controlado

El proceso de desarrollo de un proyecto de relleno sanitario y/o vertedero

controlado abarca las siguientes fases:

- Planificación
 - ✓ Diseño básico
 - ✓ Selección del sitio
- Diseño detallado
- Instalación y Construcción
- Operación
- Cierre
- Uso post-clausura del sitio

Todo proyecto, obra o actividad, previo a su implementación, debe ser planificado y diseñado adecuadamente, a fin de que cumpla el objetivo para el cual se crea. Así resulta más fácil ejecutar lo que ya se ha planificado y por otro lado, existe una mayor probabilidad de éxito.

Estas etapas y el flujo de desarrollo de un proyecto de relleno sanitario y/o vertedero controlado se ilustran en la figura siguiente:

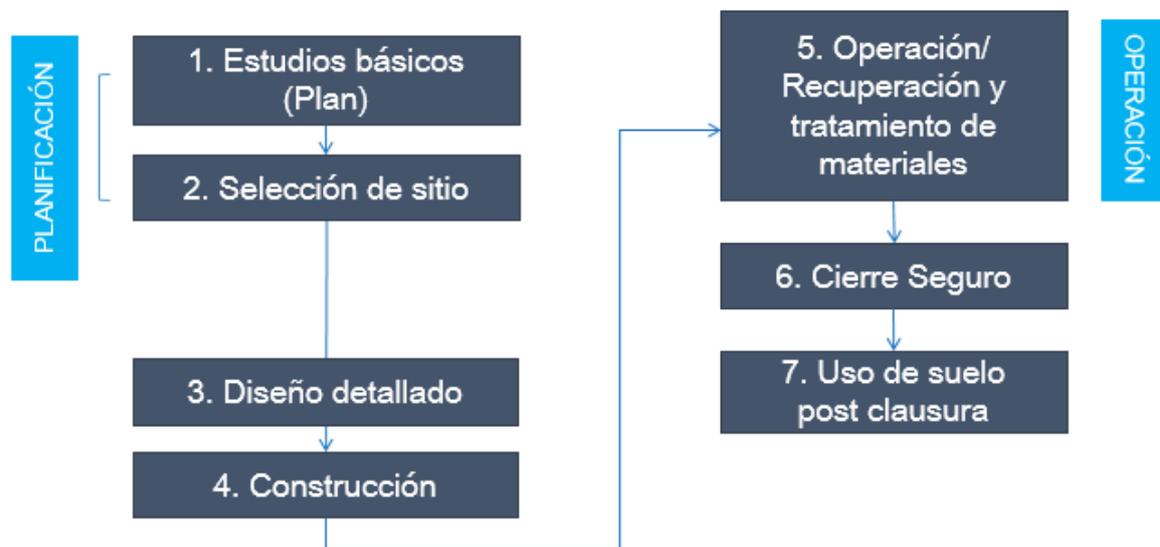


Figura 13 Flujo de un proyecto de SDF

PARTE II

2 Planificación

La etapa de planificación abarca el diseño básico, la selección del sitio y el diseño detallado.

2.1 Estudios básicos

La formulación del diseño conlleva la realización previa de los estudios básicos. Para un proyecto de disposición final, comprenden la definición de los puntos siguientes, entre otros:

- Año de diseño: El año objetivo debe establecerse para mínimo 10 años. Se recomienda considerar más de 15 años.
- Capacidad planificada de disposición de residuos (m^3)
- Cantidad planificada de disposición de residuos (t)
- Disponibilidad del material de cobertura
- Método de disposición final (celda, trinchera o mixto)
- Tipo (manual o mecanizado/semiaeróbico o anaeróbico)
- Infraestructuras básicas y complementarias
- Monitoreo ambiental
- Plan de uso post-cierre del SDF

Un plan de desarrollo por fases de un SDF debe considerar la interrelación entre las diferentes infraestructuras, los planes de disposición por fase y el plan de utilización post-cierre del lugar seleccionado.

De acuerdo con las condiciones locales, es de suma importancia considerar la disposición final conjunta con otros municipios, a través las municipalidades deben considerar el manejo conjunto a través de la creación de mancomunidades y la conveniencia de una asociación público-privada.

Ya en la fase de planificación es conveniente iniciar el proceso de desarrollo de consenso público, involucrando los diferentes grupos de interés y manteniendo un flujo de información de manera transparente y sincera, a fin de considerar las diferentes opiniones y asegurar la aceptación del proyecto.

1) Plan de infraestructuras del SDF

Las infraestructuras en el SDF deben ser diseñadas tomando en consideración los factores de peso muerto, carga viva, capacidad de resistencia del suelo, presión del agua, presión del viento, condiciones sísmicas y variaciones de temperatura, entre otras cosas. Además, las instalaciones deben estar diseñadas para operar en forma eficaz dentro de su duración planificada.

2) Plan de equipamiento del SDF

El plan de equipamiento de SDF, es decir, el análisis de los equipos y maquinarias necesarios (cantidad, tipos, especificaciones técnicas, etc.) deberá ser establecido en la etapa de planificación.

3) Plan de operación y mantenimiento

El éxito del SDF dependerá de la debida operación y mantenimiento. Ya en la etapa de planificación, es necesario definir los aspectos operativos y de mantenimiento. Es importante que este plan considere la necesidad de una operación funcional. Debe hacerse un diseño de las diferentes fases de los períodos de explotación del SDF.

4) Plan de recuperación y tratamiento intermedio

Dado los problemas ambientales derivados del uso irracional de los recursos naturales y teniendo en cuenta las dificultades y el largo proceso que implica la separación en la fuente de los residuos sólidos, vale la pena considerar la recuperación de materiales en el SDF.

5) Plan de medidas sanitarias y de seguridad

El SDF también debe ser diseñado y construido para proporcionar un lugar de trabajo seguro y sanitario. En base al diseño y esquema de trabajo en el relleno se debe elaborar un esquema de seguridad de acuerdo a las necesidades y posibles accidentes que pudieran ocurrir.

6) Plan de cierre o clausura

Desde esta etapa se debe considerar el nivel de cierre que se le dará al SDF. Es necesario manejar el sitio adecuadamente después del cese de las operaciones y gestionar el uso del terreno después de la clausura, con el fin de proteger la salud pública y preservar el medio ambiente.

7) Plan de manejo y uso postclausura

Se debe planificar el manejo y uso que se le dará al SDF, una vez clausurado, a fin de tener en cuenta los aspectos técnicos requeridos para el diseño de la futura instalación que se desarrollará de acuerdo al uso definido.

2.2 Selección del sitio

En términos generales, la selección de la ubicación del sitio de disposición final se realizará teniendo en cuenta:

- Restricciones legales
- Potencial para acomodar la cantidad planificada de residuos
- Condiciones de las zonas aledañas
- Condiciones de la topografía y del suelo
- Seguridad ante desastres
- Utilización post-cierre del sitio

La selección del sitio debe ser estudiada paso a paso:

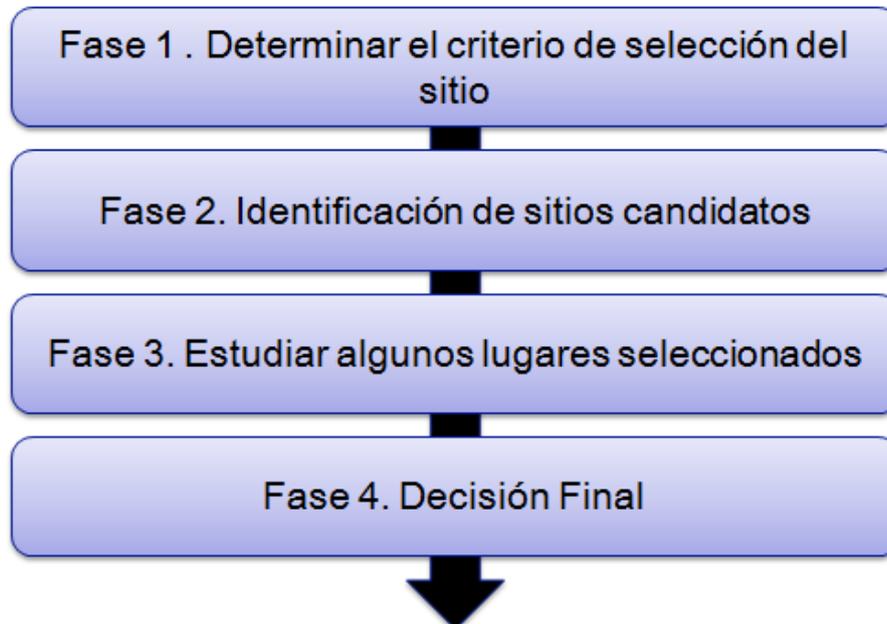


Figura 14 Fases para la selección del SDF

Fase 1. Proceso de clasificación de sitios

La selección de un sitio adecuado para la ubicación de un vertedero/relleno sanitario depende de los criterios de selección de sitio de disposición final. La mayor parte de esta información puede obtenerse mediante un estudio de

gabinete que incluye una recopilación de toda la información disponible en archivos, mapas geológicos y topográficos, datos meteorológicos, fotografías aéreas.

Fase 2. Identificación de áreas

En esta fase se efectúa una lista verificación de las áreas posibles desprendidas de la fase 1. Esta lista puede ser utilizada en el campo y debe ayudar al técnico a obtener una visión rápida de la situación general del sitio.

Fase 3. Estudio de sitios

Después de realizar una evaluación comparativa de los sitios seleccionados, un cierto número de éstos (preferentemente entre 2 y 5) deben ser considerados favorables para realizar los estudios más profundos. En aquellos sitios que pueden ser adecuados para un vertedero, se deben hacer estudios especiales.

Fase 4. Decisión final

La última fase del proceso de clasificación comparativa de sitios es crucial antes de pasar a la etapa de diseño. Una vez recopilada toda la información descrita anteriormente, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos deberá decidir cuál es la ubicación que recibirá la mayor prioridad.

2.2.1 Criterios de selección del SDF

La selección de los lugares candidatos para sitios de disposición final, es un elemento determinante en todo proyecto de vertedero controlado, puesto que va a condicionar su funcionamiento y explotación, tanto desde el punto de vista técnico como desde el ambiental y social.

Los criterios para realizar la selección del sitio para un nuevo relleno sanitario, dependerán fundamentalmente de tres (3) tipos de factores:

1) Factores técnicos/físicos

- Distancia de transporte a los núcleos de recogida de los residuos sólidos
- Volumen útil o capacidad del vertido
- Sistema de accesos del posible vertedero controlado/relleno sanitario
- Disponibilidad de material de cobertura y sellado
- Existencia de infraestructuras, agua, electricidad, teléfono.
- Morfología
- Características geotécnicas del suelo
- Costo del terreno
- Presencia o ausencia de recursos minerales y rocas industriales.
- Suelos cársticos y áreas con condiciones de suelos de alta permeabilidad que permite una rápida penetración del agua o una posible lixiviación hacia el siguiente acuífero.

2) Factores Ambientales

1. Distancia a núcleos habitados.
2. Aguas subterráneas.
3. Aguas superficiales.
4. Clima: pluviosidad, temperaturas, vientos, evaporación, evapotranspiración.
5. Suelos, tipos, usos.

6. Vegetación.
7. Fauna.
8. Riesgos geológicos: inundaciones, movimiento de laderas, erosiones, sismicidad.
9. Calidad del paisaje.
10. Incidencia visual.
11. Espacios naturales o de interés cultural y/o científico.
12. Parques nacionales, áreas de protección de la naturaleza y monumentos naturales; áreas con flora y fauna importantes.

3) Factores económicos, políticos, legales y sociales

1. Molestias a los vecinos por tráfico, polvos, ruidos, etc.
2. Oposición de la comunidad cercana al relleno por peligros reales o percibidos o síndrome 'SPAN' (Sí Pero Aquí No).
3. Oposición de vecinos y propietarios cercanos por temor a una devaluación de sus bienes.
4. Existencia de un plano regulador de la ciudad que limite el uso del suelo.
5. Existencia de grupos y partidos políticos y conservacionistas que se oponen con razón o sin ella.
6. Sitios o patrimonios histórico, religioso o cultural.
7. Precio de adquisición de la tierra.
8. Compensación requerida.
9. Distancia hacia las áreas de generación de residuos (en relación con los costos de transporte).
10. Condiciones topográficas (en relación con los costos de transporte).
11. Accesibilidad al sitio (en relación con las condiciones de las vías de acceso).
12. Disponibilidad de material de cobertura.
13. Disponibilidad de servicios públicos.

Para determinar la incidencia de los factores mencionados anteriormente, se deben aplicar los siguientes tres (3) pasos:

Paso 1: Estudio sobre la condición básica para la implementación del

nuevo relleno sanitario/ vertedero controlado.

Hacer un reconocimiento básico. El sitio de disposición final debe estar situado en lugares en los que no se vea afectado el entorno de vida de los habitantes de las zonas aledañas, no interfiera con la planificación del ordenamiento territorial, dirección opuesta al crecimiento poblacional y no contamine los cuerpos de agua superficiales y subterráneos identificados para el abastecimiento y consumo humano.

Son preferibles aquellos sitios que produzcan mejorías ambientales tras haber estado abandonados y/o al mejorar los contornos naturales para el uso final del lugar y sitios cuyos suelos presenten características de impermeabilidad.

Paso 2: Selección de sitios propuestos

Para seleccionar los lugares, se deben confirmar los siguientes aspectos:

- La legislación ambiental vigente en el país.
- Superposición de mapas (cartográfico, geológico, usos de suelos, área naturales protegidas, zonas de recarga acuífera y otros que se consideren necesarios.
- Realizar las visitas necesarias para verificar las condiciones de acceso, cercanía de las poblaciones urbanas, estimación de los tipos de suelos, propietarios, etc., llegando a identificar no menos de 3 sitios candidatos.
- La ejecución de estudios básicos para los sitios candidatos, por ejemplo estudio de suelos (estratigrafía y permeabilidad de campo), levantamiento topográfico e inventarios de flora y fauna.
- Verificación de las distancias mínimas para instalar rellenos sanitarios:
 - ✓ De aeropuertos y asentamientos humanos son las siguientes: de 3,000 m (tres mil metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina y de 1,500 m (mil quinientos metros) cuando maniobren aviones de motor a pistón. De 1,500 metros, a partir del límite de los asentamientos humanos por servir. En caso de no cumplirse con esta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.
 - ✓ De zonas de pantanos, marismas, arroyos, cauces de ríos y similares.

- ✓ De zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años
 - ✓ A Cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, debe ser de 1,000 m (mil metros), como mínimo.
 - ✓ De 100 metros a pozos para extracción de agua de consumo (sean estos de uso doméstico, industrial, riego o ganadero).
 - ✓ De 60 m (sesenta metros) de una falla geológica activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.
- Si está situado de forma que cumpla las condiciones necesarias para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales y garantizar la recogida eficaz de los lixiviados.

Por otro lado:

- Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a fallas o fracturas del terreno.
- Hacer valoraciones en cuanto a los usos de la tierra que compitan entre sí, seguridad ambiental y eficiencia de costos.

Paso 3: Evaluación de sitios propuestos y selección final.

Una vez depurados los sitios candidatos y establecidas sus características, estas se colocan en una matriz de selección, asignándole valores a las diferentes características (escala mayor a las características óptimas y disminuyendo hasta las condiciones mínimas permisibles).

Para optimizar la selección es necesario evaluar diferentes alternativas de ubicación (al menos 3), las siguientes cuatro condiciones deben ser examinadas en forma integral para todos los sitios propuestos.

2.2.2 Estudios requeridos

Se deben realizar los estudios de las condiciones del sitio y de sus alrededores, términos de la hidrología, topografía, geología, condiciones del suelo, vegetación, volúmenes de tránsito y desarrollo.

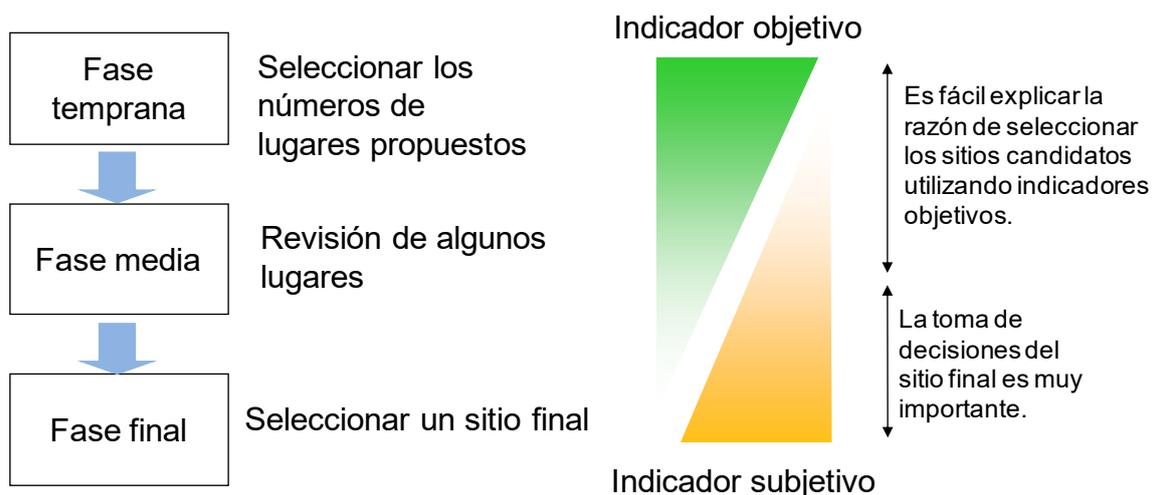
2.2.3 Evaluación anticipada de impactos ambientales

Es necesario hacer una proyección de impactos en forma anticipada de aspectos, como contaminación del agua, generación de olores y ruidos que se producirían durante la construcción de la instalación, su operación y post-cierre.

2.2.4 Dificultades en la selección del SDF: Tratando el problema SPAN (Sí Pero Aquí No)

Es necesario entender que deberá obtenerse el consentimiento de los residentes y/o comunidades aledañas para la construcción y operación del relleno, por lo que debe haber transparencia en el proceso desde las etapas tempranas de la planificación.

La decisión final debe depender del indicador subjetivo, el cual se refiere a obtener los lugares sin ningún percance entre los propietarios alrededor del sitio.



Fuente: Equipo de Expertos - FOCIMIRS

Figura 15 Indicadores objetivos Vs subjetivos

Como resumen de puntos importantes para obtener el consenso público, se recomiendan los siguientes:

- Llevar a cabo acciones clave para obtener el consentimiento de los residentes: Revelación de información y explicación a los residentes sobre todo lo concerniente al relleno.
- Considerar mejoramiento de infraestructuras sociales a las Comunidades aledañas como compensación por los cambios que generará la nueva infraestructura en su entorno.
- Realizar actividades recomendadas para obtener el consentimiento de los habitantes: charlas, capacitaciones.

Este tema está desarrollado de una forma más amplia en el Manual de Consenso Público desarrollado bajo el Proyecto FOCIMiRS.

En conclusión, la ubicación del sitio de disposición final debe ser seleccionada, considerando las condiciones técnicas y legales requeridas y también con el consentimiento de los residentes en comunidades aledañas.

2.2.5 Diseño detallado

Una vez seleccionado el lugar donde se establecerá el SDF y se haya definido el diseño básico (macrodiseno), se debe proceder al diseño detallado (microdiseno) del mismo, el cual debe comprender:

- Estudios detallados de topografía, geotécnicos e hidrológicos y otros.
- Diseño detallado de obras complementarias como cercas, casetas, talleres, caminos y otros.
- Obras hidráulicas de desvío y canalización de aguas superficiales y de lluvias.
- Obras hidráulicas de captación, conducción, almacenamiento y tratamiento de lixiviados.



Foto 7 Construcción de drenes para la recolección de lixiviados

- Obras de captación, conducción y quema o tratamiento de biogás.
- Programas, obras, pozos de monitoreo de aguas y gases.
- Determinación de los sitios o bancos de préstamo de excavación de materiales de cobertura.
- Diseño de la superficie de desplante del relleno y de su impermeabilización ya sea con suelo tipo arcilloso o con membranas sintéticas.
- Diseño de la superficie final, incluyendo su impermeabilización y adaptación para siembra de cubierta vegetal.
- Diseño de los programas de clausura o sellado y los de post clausura.
- Estudio de impacto ambiental.
- Estudio de costos, tanto de inversión como de operación y del análisis financiero de ingresos y egresos o sea el análisis de flujo de caja proyectado.
- Establecimiento de políticas de gestión como ser las decisiones de si la operación y construcción serán municipales o privadas.
- Establecimiento de las bases de licitación si procede, o del programa de gerenciamiento propio.

El diseño detallado debe responder al marco legal vigente y tener en cuenta una serie de parámetros/criterios, entre los cuales debemos considerar:

- Capacidad requerida según proyección de la generación
- Vida útil
- Tipo de residuos a disponer. Composición y características
- Condiciones topográficas e hidrogeológicas de la zona

- Tecnología apropiada
- Forma del cuerpo de residuos, considerando el tipo de residuo (con o sin residuos biodegradables) y el manejo técnico (manual o mecánico).
- Método de operación (zanja o trinchera, área, rampa o combinado).
- Dimensiones de la celda
- Impermeabilización del fondo
- Sistema de desviación de escorrentía y recolección de lixiviados.
- Sistema de recolección y evacuación de gases
- Análisis y control de estabilidad
- Monitoreo ambiental durante la operación
- Clausura y uso final del sitio de disposición

Antes de proceder al diseño detallado, el proyecto considerará todos los requerimientos técnicos mínimos ⁽¹²⁾ para el establecimiento y operación de un relleno sanitario, sin importar su tipo o tamaño:

1. Que exista garantía de estabilidad del terreno y del relleno contra deslizamientos;
2. Que existan vías internas de acceso, balastadas o pavimentadas, transitables en cualquier época del año, con rótulo de información;
3. Que exista un cercado periférico, que limite el terreno e impida el ingreso de personas y animales, ajenos al relleno, con portón y entrada restringidos;
4. Que haya preparación del terreno, con una base impermeable, con pendiente hacia las líneas de drenaje;
5. Que existan canales periféricos para las aguas pluviales;
6. Que exista drenaje para los lixiviados y chimeneas, para los gases y los humos;
7. Que haya instalaciones para captar y tratar o recircular los lixiviados;
8. Que exista una caseta, bodega, servicios sanitarios y otra infraestructura básica;
9. Que exista personal suficiente, con capacitación adecuada y supervisión

¹² **Fuente:** "Lineamientos para la Formulación del Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos para Municipios de El Salvador" - febrero 2009)

calificada;

10. Que exista cobertura diaria de los residuos con materia inerte, con un espesor mínimo de 15 cm;
11. Que haya cobertura final del relleno, con una capa de material de cobertura de 60 cm de espesor, con una capa adicional de 20 cm de espesor, capaz de sostener vegetación, y con la suficiente inclinación para impedir el ingreso de aguas pluviales al relleno sanitario;
12. Que exista un diseño de las diferentes fases de los períodos de explotación del sitio de relleno; y
13. Que exista un diseño de la configuración final del sitio, con su tratamiento paisajístico.

2.2.6 Capacidad requerida

Para determinar la capacidad requerida del sitio, primero es necesario determinar el volumen que ocuparía la masa de residuos y luego el que ocuparía la masa de residuos en el relleno, los cuales se calculan aplicando una de las siguientes fórmulas, (1) ó (2), dependiendo la disponibilidad de los datos:

$$V_{\text{residuos}} = \text{ppc} \times H \times 365 \times \frac{N}{D} \quad (1)^{13}$$

Dónde:

Vresiduos: Volumen de los residuos

ppc: Producción diaria de residuos per cápita

H: Número de habitantes de una ciudad

N: Vida útil del relleno (años)

D: Densidad de los residuos

365= Número de días al año (días)

$$V_{\text{residuos}} = \frac{365 \cdot Td}{Pv} \quad (2)$$

Donde:

V= Volumen anual en m³ (m³ / año)

365= Número de días al año (días)

¹³ Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. Ecuador 2002. Pág. 6

TD= Toneladas recolectadas diariamente (t/día) * Del flujo de residuos
PV= Peso volumétrico o densidad de los residuos compactados en el relleno (t/m³)

En la fórmula 2, los residuos totales depositados serán la sumatoria del volumen anual por cada año de operación.

La capacidad del relleno debe ser la suma total del volumen de residuos depositados más el material de cobertura (30% del volumen de residuos), así:

$$V_{relleno} = 1.3 \times V_{residuos} \quad (3)$$

Donde:

Vrelleno: Volumen necesario para el relleno

Al final la capacidad del relleno se determina por:

$$\text{Capacidad del Relleno} = V_{residuos} + V_{cobertura}$$

Lo que equivale a:

Residuos Totales depositados (m3)	+	Material de cobertura (m3)	=	Capacidad del relleno (m3)
--------------------------------------	---	-------------------------------	---	-------------------------------

Se multiplica el volumen de residuos por el factor 1.3 para obtener el volumen necesario del relleno, considerando que se añade material de cobertura. La vida útil debería ser más de 10 años; de lo contrario, no se justifican los gastos para la adquisición y preparación del terreno. Lo óptimo sería una vida útil mayor de 20 años. Por otro lado, se recomienda considerar el desarrollo demográfico cuando se calcula la producción de residuos en los años subsiguientes, así como el incremento en la generación de residuos.

La densidad de residuos varía según su estado de compactación, como se muestra en la tabla 01.

Es importante mencionar que se puede reducir considerablemente la cantidad de residuos que se depositaría en un sitio de disposición final, si se separan y clasifican previamente, sea en la fuente o en una planta de recuperación y clasificación para luego ser aprovechados mediante el compostaje y el reciclaje. De este modo, se aumenta la vida útil del sitio y se disminuyen los costos de

operación.

Tabla 1 Densidad de los RS

Residuos sólidos	Densidad
En el recipiente domiciliario	105 - 210 kg/m ³
En el recolector	350 - 630 kg/m ³
Compactada en el relleno manual	400 - 600 kg/m ³
Compactada mediante maquinaria	600 - 810 kg/m ³

Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. Ecuador 2002. Pág. 6

A partir del volumen necesario, se puede calcular el área requerida para el relleno, la cual depende de tres factores importantes:

- Volumen del relleno
- Tipo de relleno (manual o con compactación mecanizada)
- Tecnología de tratamiento de los lixiviados

Para un relleno con compactación mecanizada, el área necesaria se calcula con la siguiente fórmula:

$$A_{\text{residuos}} = \frac{V_{\text{relleno}}}{f}$$

Donde:

A_{residuos}: Área que ocuparía la masa de residuos (ha)

V_{relleno}: Volumen necesario para el relleno (m³)

f: Factor Volumen/área = 10 m³/m² (equivalente a 1,000,000 m³/ha)

Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. Ecuador 2002. Pág. 8.-

El factor volumen/área de 10 m³ de residuos/1m² de área da como resultado una altura de celda de 10 m e incluye los taludes, considerando que el cuerpo de residuos es pocas veces más elevado de 30 m y que el talud debe tener una pendiente de 18° o menos.

En caso del relleno manual, se diseña generalmente un sistema de celdas rellenas sucesivamente, las cuales no deben tener una altura mayor de 3 m, debido a la baja compactación. El área necesaria se calcula de la manera siguiente:

$$A = \frac{V_{relleno}}{hcelda}$$

Fuente: Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios. Ecuador 2002. Pág. 8.-

2.2.7 Vida Útil

La vida útil del sitio depende de muchas variables entre las que mencionamos las siguientes:

- El volumen disponible
- La cantidad de residuos sólidos a disponer
- Método de operación

Para determinar el período de vida útil se deberá comparar el volumen proyectado de recepción de residuos en el sitio (volumen de residuos sólidos municipales más material de cobertura) a lo largo de los años, con el volumen total acumulado que se depositaría en las celdas proyectadas, durante la etapa de diseño dentro del área de disposición final; hasta encontrar un valor similar, ligeramente mayor o menor. Este valor corresponde al período de vida del relleno sanitario en años.

La vida útil del sitio de disposición final quedaría determinada por la topografía y las dimensiones del terrero, la cantidad de residuos a depositar, la altura de las celdas y el grado de compactación de los residuos ya depositados.

Una vez determinada la vida útil del SDF se debe proceder a detallar más el proyecto. Para esto es importante determinar la cantidad y la altura de las celdas que se construirán. La altura de las celdas está determinada por el tipo y calidad de la compactación en el relleno que se construirá.

Se recomienda un tamaño de celda equivalente al área necesaria para recibir los residuos generados en un año, cuyo tamaño sea el doble del ancho del tractor, a fin de facilitar la operación. En algunos casos es necesario considerar la construcción de una celda de emergencia, sobre todo en zonas donde hay una alta pluviometría.

2.2.8 Proyección de la generación per cápita y total

El parámetro básico para el diseño de toda infraestructura concerniente al manejo de residuos sólidos y, por lo tanto, para un sitio de disposición final, es la

cantidad de residuos a tratar en el mismo, así como su composición y características (densidad, humedad, etc.). **Nota:** Ver este tema más detallado en el Manual de Caracterización.

2.2.9 Tipo de residuos. Composición y características

El tipo de residuo, su composición y características son aspectos importantes en el diseño del sitio de disposición final. No es lo mismo el diseño de un relleno para residuos no peligrosos (municipales) que para residuos peligrosos. En este último caso, se deben tomar medidas adicionales de protección, como por ejemplo una mayor impermeabilización del fondo del relleno. Normalmente se preparan celdas especiales para este tipo de residuos dentro del sitio de disposición final. **Nota:** Ver este tema más detallado en el Manual de Caracterización.

2.2.10 Preparación de un estudio de impacto ambiental - EIA

Antes de considerar la instalación de un SDF, será necesaria la aprobación de un Estudio de Impacto Ambiental -EIA, a fin de conseguir la autorización ambiental requerida.

Un relleno sanitario/vertedero controlado puede caer en categoría A o B. El tipo de estudio a realizar dependerá de la categoría asignada por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de acuerdo a lo establecido en el procedimiento correspondiente.

Tabla 2 Categorías de EIA para un SDF

Actividad, trabajo o proyecto	categoría			
	A	B	C	D
Disposición de residuos sólidos no-peligrosos para una ciudadanía de menos de 100,000 equivalente a la población		X		
Disposición de residuos sólidos no-peligrosos para una población de más de 100,000 equivalente	X			
Instalación de facultades para la gestión de residuos sólidos no-peligrosos individuales			X	
Disposición y / o transporte de residuos peligrosos	X			

Fuente: Procedimiento de autorizaciones ambientales, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, RD.

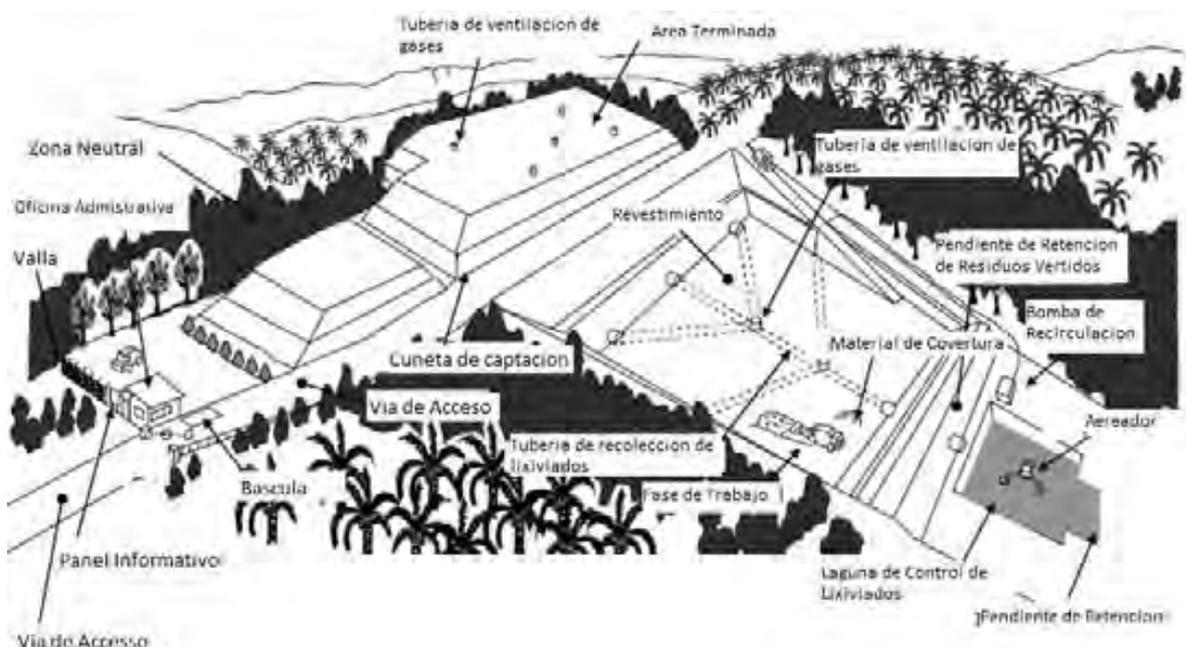
De acuerdo a la categoría, se definirá la envergadura de los estudios que

deberán realizarse, antes de proceder al diseño detallado del proyecto de SDF.

2.2.11 Diseño detallado de infraestructuras

Los lineamientos para el diseño de las infraestructuras se enfocarán básicamente en los siguientes puntos:

- Generalidades
- Instalaciones principales: aquellas necesarias para la operación y uso del relleno, tales como báscula (balanza), sistema de impermeabilización, sistemas de recolección y tratamiento de lixiviados, sistema de captura de gases, sistemas de drenaje, entre otros.
- Instalaciones administrativas: aquellas que, como indica su nombre, están destinadas a dar soporte a las actividades gerenciales, como las oficinas administrativas, caseta y portón para control de acceso, etc.
- Instalaciones de apoyo: aquellas obras complementarias a las instalaciones de manejo y operación del relleno propiamente dichas, tales como, la ruta de acceso, verja perimetral, taller, instalación para limpieza de vehículos, sistema para prevención de incendios, entre otras.
- Operación y mantenimiento:
- Estimación de costos (de construcción y de operación):



Fuente: Guía Técnica para el Diseño y Operación de un Relleno Sanitario, JICA 2004.

Figura 16 Esquema General de un Relleno Sanitario

Es altamente recomendable considerar infraestructuras para la recuperación y el tratamiento intermedio de los residuos con valor comercial.

2.2.12 Diseño detallado de equipamiento

En este plan se indicarán detalladamente todos los equipos, materiales requeridos para permitir una adecuada operación y mantenimiento del SDF.

2.2.13 Diseño detallado de operación y mantenimiento

El plan de operación permite hacer más eficiente el manejo diario del relleno sanitario, estableciendo con claridad los papeles y responsabilidades de los involucrados. El plan de operación es especialmente importante para municipios que comparten un relleno sanitario, para municipios que quieren privatizar el manejo del relleno o la recolección y para rellenos donde se descargan varios tipos de residuos sólidos.

El plan de operación y mantenimiento debe contemplar:

1. Definición de responsabilidades y competencias
2. Establecimiento de las fronteras físicas del relleno sanitario y de las áreas de servicio
3. Establecimiento del horario de trabajo (horario de descarga de los desechos sólidos, horario de visitas,)
4. Definición de las instituciones y personas jurídicas que pueden disfrutar de los servicios del relleno sanitario (municipios cercanos, comunidades, industrias, hospitales (residuos asimilables a los RSD), etc.)
5. Definición del tipo de residuos que se acepta y del lugar donde deben ser descargados: residuos domiciliarios, residuos voluminosos gruesos, residuos de barrido, mercados, parques y jardines, residuos de construcción, residuos especiales, entre otros.
6. Registro de los vehículos que ingresan al SDF
7. Definición de las tarifas de descarga (para residuos industriales u otras municipalidades, si aplicara.)
8. Definir las reglas para la descarga de los residuos en el sitio
9. Definir las reglas de comportamiento en el relleno sanitario (por ejemplo, no fumar, prohibido el ingreso de menores de 16 años, no entrar descalzo, etc.)
10. Definición de las personas e instituciones que pueden descargar

individualmente sus residuos. Preparar lista.

11. Establecer los derechos de propiedad sobre los materiales descargados (esto es especialmente importante cuando hay recicladores en el sitio, cuando el relleno se maneja por una empresa privada, si se realiza la clasificación domiciliaria y la valoración de los materiales biodegradables y reciclables).
12. Establecer las responsabilidades concernientes a riesgos y accidentes causados por los residuos y su manejo.
13. Establecer las multas y sanciones para personas e instituciones que no cumplen con las reglas.



Foto 8 Letrero del horario del relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador

2.2.14 Plan detallado para la recuperación de materiales y tratamiento intermedio

En la gran mayoría de los vertederos del país se observa la presencia de los popularmente llamados buzos, segregadores y recuperadores de materiales con valor comercial, quienes realizan esta labor en condiciones de muy poca salubridad y, en muchas ocasiones, impiden la operación eficiente y apropiada del relleno sanitario; sobre todo en aquellos lugares donde hay una alta generación y la actividad de recuperación es intensa, como en ciudades grandes (Santiago y Santo Domingo).



Foto 9 Buzos en plena recuperación de materiales en Duquesa -SDN



Foto 10 Quema de basura para recuperación de metales en Rafey - Santiago

La solución ideal es la separación en la fuente por parte de la ciudadanía, la recogida selectiva por parte de los ayuntamientos y luego el tratamiento de los materiales recuperados en una planta de tratamiento intermedio y/o de reciclaje. Sin embargo, aún falta mucho en República Dominicana para que esto sea una práctica común. De ahí que sea necesario buscar alternativas que permitan la recuperación de materiales aprovechables y a la vez dignificar la importante labor que realizan los recuperadores de residuos en los vertederos a cielo abierto. Con la construcción de los rellenos sanitarios, muchos municipios quieren prohibir el trabajo de estos recuperadores; sin embargo, la experiencia ha demostrado que no es quizás la mejor solución en nuestros países, dadas las condiciones de pobreza en que vive gran parte de la población.

Una opción es la construcción, dentro o en terrenos aledaños al sitio de disposición final de una planta de recuperación de materiales -PRM, donde se lleve a cabo la clasificación, recuperación y tratamiento intermedio de los

residuos con alto valor económico. Esta planta tendría las siguientes ventajas ecológicas, económicas y sociales:

- Disminución del consumo de materia prima virgen gracias al posterior reciclaje de materia secundaria proveniente de los residuos, contribuyendo a reducir la sobreexplotación de recursos naturales.
- Elaboración de compost con los residuos orgánicos, con la consecuente disminución de la cantidad de residuos destinados a disposición final, reduciendo, por un lado, las emisiones de gases de efecto invernadero (responsables del cambio climático) y por otro lado, asegurando el suministro continuo de un mejorador de suelo o abono orgánico de alta calidad (dependiendo de la técnica usada).
- Incremento en la vida útil del sitio de disposición final.
- Disminución de los costos de operación del sitio de disposición final, debido a que se requiere menos personal y equipos; lo que se traduce en un ahorro de costos para el municipio.
- Creación de nuevas fuentes de empleo
- Mejoramiento de las condiciones higiénicas laborales y en los ingresos de los segregadores ya existentes.
- Apertura de nuevos mercados

De ahí que sea recomendable que se incluya en el presupuesto de costos del sitio de disposición final, la construcción de una planta de clasificación manual o mecanizada combinada con una planta sencilla de compostaje, según las posibilidades del municipio en cuestión, y luego de un análisis costo-beneficio. La inversión necesaria para una planta de tratamiento intermedio de residuos depende del volumen a manejar, del alcance del tratamiento, de las dimensiones y del grado de mecanización. Dicha inversión se justificaría en base a la extensión de la vida útil del sitio, así como la disminución en los costos de operación. También es posible contratar el servicio de gestión de la planta a compañías recicladoras y obtener para el municipio un determinado porcentaje anual sobre los beneficios.

Las plantas de clasificación de residuos pueden ser mecanizadas y manuales. Estas plantas en general consisten fundamentalmente de una tolva o tambor rotatorio donde se descargan los residuos, los cuales caen en un tambor

rotatorio perforado y luego pasan a una cinta transportadora donde a cada lado existen personas para seleccionar y clasificar los distintos materiales, en el caso de las plantas manuales. Cuando se trata de plantas mecanizadas o automatizadas, para la selección y clasificación, se usan dispositivos ópticos, magnéticos, separadores por densidad o peso de los materiales, entre otros; además de personal humano, pero en una proporción mucho menor. Para más información sobre las PRM, refiérase al “Manual de Tratamiento Intermedio y Reciclaje – FOCIMIRS”.



Descarga en cinta transportadora



Banda de selección de materiales



Recipientes para recepción de materiales clasificados



Recipientes para recepción de materiales clasificados



Planta de tratamiento intermedio (compactación) de botellas PET en el vertedero de Duquesa



Planta de tratamiento intermedio (compactación) de botellas PET en el vertedero de Duquesa

Foto 11 Planta de clasificación de residuos en el SDF del municipio de Querétaro, México.

En las estaciones de transferencia de descarga indirecta, en las cuales existe una fosa destinada al almacenamiento de los residuos para luego descargarse a vehículos de mayor capacidad, también es posible instalar una infraestructura destinada a la separación y clasificación de los mismos para ser vendidos

directamente a los compradores de materiales reciclables o transportarlos hasta el sitio de aprovechamiento.

En el “Manual de Tratamiento Intermedio y Reciclaje” se puede encontrar información más amplia y específica sobre las infraestructuras y las distintas tecnologías disponibles para el tratamiento de los diferentes tipos de residuos.

2.2.15 Diseño detallado de medidas sanitarias y de seguridad

El plan de seguridad es un plan continuo de acción diseñado para regular la conducta humana y el lugar físico de trabajo con la finalidad de prevenir accidentes.

Deben definirse todas las medidas que se tomaran para garantizar la seguridad de sitio y de los trabajadores. En consecuencia, con esto, se debe proceder al diseño detallado de las facilidades requeridas y de las acciones.

El lugar de trabajo debe hacerse lo más seguro posible. Sin embargo, los programas de seguridad para los empleados probablemente tendrán un mayor impacto en la reducción de los accidentes.

2.2.16 Diseño detallado del cierre o clausura

Incluye la definición de todas las medidas que se tomaran para el cierre o clausura del SDF, definición del método de cierre, cálculo del volumen de material de cobertura, adecuación del terreno para el uso final requerido, entre otros aspectos.

La cobertura final del relleno sanitario se define en el anexo al reglamento especial sobre MIDS (El Salvador) y establece “una capa de material de cobertura de 60 cm de espesor con una capa adicional 20 cm de espesor capaz de sostener vegetación y con suficiente inclinación para impedir el ingreso de agua lluvia al relleno sanitario.

2.2.17 Diseño detallado del uso y manejo postclausura

Es necesario definir los detalles del uso final del terreno y del manejo post-clausura del SDF: El monitoreo ambiental que se llevara a cabo, los análisis a realizar y su frecuencia, mantenimiento de las instalaciones, personal requerido, herramientas y materiales, entre otros aspectos.

2.3 Instalación y Construcción

2.3.1 Instalaciones y equipos para el SDF

Un relleno sanitario/vertedero controlado, además del área destinada específicamente a la disposición de residuos, requiere de una serie de infraestructuras y obras complementarias para que el sitio de disposición final cumpla su función de protección del medio ambiente y a la salud humana, evitando los impactos derivados de una operación incontrolada.

Las instalaciones y equipos serán seleccionados tomando en cuenta las condiciones del entorno, condiciones de los residuos, normas y regulaciones locales.

Tal y como se señaló anteriormente, un relleno sanitario apropiado debe estar provisto de todas las instalaciones necesarias para que todo el sistema funcione efectivamente.

Tabla 3 Instalaciones de un relleno sanitario

Categoría	Detalles
Instalaciones Principales	Estructura de retención de residuos sólidos
	Sistema de drenaje de las aguas subterráneas
	Trabajo de control de filtraciones
	Sistema de recolección de agua de lluvia
	Captación de lixiviados/ sistema de tratamiento
	Instalación de la cobertura diaria
	Equipos de tratamiento de gases
Instalaciones Administrativas	Oficina de monitoreo de vehículos
	Instalación de monitoreo medioambiental
	Edificio de Administración
	Balanza
	Manejo de la maquinaria
Instalaciones de Apoyo	Vía de acceso
	Equipos de mecánica
	Cartel de anuncios, puerta, valla
	Equipo de prevención de fuego
	Equipo de prevención de desastres

Fuente: "Lineamientos para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDS) para municipios de El Salvador". Febrero 2009.

Una vez conceptualizado el relleno y seleccionado el tipo de infraestructura a implementar, debe asegurarse que en sus instalaciones se tomen en cuenta los

siguientes requisitos:

Tabla 4 Requerimientos Técnicos mínimos según el tipo de relleno sanitario

TIPO DE RELLENO SANITARIO	REQUISITOS
Manual	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos menos de 2014 toneladas diarias. • Vida útil superior a los 10 años. • Un equipo mínimo para el movimiento y la compactación manual de los residuos, incluyendo un equipo de protección personal. • La disposición de residuos en capas de 20 a 30 cm. • El diseño del relleno, el cual será parte de un proyecto integral de la gestión de residuos sólidos.
Combinado o mixto	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos más de 20 y menos de 40 toneladas diarias. • Podrá usarse preferentemente cualquiera de los dos tipos de relleno sanitario (manual o mecanizado) o una combinación de ambos según los requieran las condiciones financieras y ambientales de cada caso.
Mecanizado	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de residuos sólidos más de 40 toneladas diarias. • Vida útil superior a los 10 años. • Los taludes finales deberán tener una inclinación no mayor de 30%. • El área de ingreso con balanza, caseta de control y estacionamiento. • Un área administrativa y otra de oficinas. • Servicio de electricidad, agua y teléfono, en las áreas administrativa y de ingreso. • Acondicionamiento del terreno, con una base de suelo impermeable, con un coeficiente máximo permisible de infiltración no superior a los 10-7 cm/s, de un espesor mínimo de 50 cm. y compactación al 95%, y con pendiente mínima del 3%, hacia las líneas de los tubos de drenaje. • Un sistema de drenaje para lixiviados, que cuente con aditamentos para su inspección y su mantenimiento, el que conducirá a estos líquidos hasta un sistema de tratamiento y disposición final, con o sin recirculación en el relleno. • Un control del agua subterránea, mediante la perforación de los pozos que sean necesarios, para detectar la posible presencia de contaminación por la operación del relleno. • Minimización de la emisión de cualquier material volátil. • Una supervisión calificada, de carácter permanente. • Una disposición de los residuos en capas de 60 cm de espesor. • Una compactación de cada capa, mediante un mínimo de cuatro pasadas con maquinaria de peso mínimo de 15 toneladas. • Un sistema de emisión para gases, con aprovechamiento o evacuación permanente. • Una asignación de personal que sea suficiente para el volumen de residuos que se dispondrá. • Un reglamento interno de operación.

Fuente: "Lineamientos para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDS) para municipios de El Salvador". Febrero 2009.

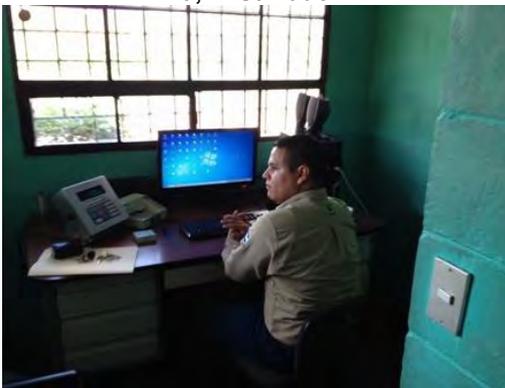
¹⁴ Otros autores indican 15 ton/día, como máximo para relleno sanitario manual.



. Laguna de lixiviados con impermeabilización y aspersores para reducción de malos olores en el Relleno Sanitario de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador.-



Balanza para pesaje de los camiones recolectores de residuos en el vertedero de Duquesa, Santo Domingo, Rep. Dominicana



Equipo electrónico para el registro del peso en el relleno sanitario de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador.



Oficinas administrativas y balanza en el vertedero de Punta Cana, Higüey. Rep. Dominicana.

Foto 12 Instalaciones y equipos para el SDF

2.3.2 Construcción del SDF

La construcción de un relleno sanitario, debe contemplar desde un inicio las fases operativas que se pretenden desarrollar desde el año cero del proyecto hasta el final de su vida útil.



Figura 17 Zonificación del Relleno Sanitario de ASINORLU, Santa Rosa de Lima, El Salvador

2.4 Operación

Esta etapa será desarrollada ampliamente en la parte II de este manual. A continuación, algunos conceptos básicos.

La etapa de operación abarca fundamentalmente:

- Manejo de la recepción de los residuos
- Manejo del SDF

Para el manejo de la entrega de los residuos es necesario cumplir con los requisitos de prevenir la recepción inadecuada de los residuos y llevar un historial de las cantidades recibidas en la disposición final.

En la etapa del manejo del relleno se deben desarrollar las celdas del relleno, escoger el lugar de vertido y compactar el residuo depositado. Para preparar la franja de vertido se deben realizar una serie de procedimientos que permitan dejar el terreno en condiciones de recibir los residuos. Estas operaciones son las siguientes:

- Limpieza de la zona: se debe eliminar todos aquellos impedimentos que

obstaculizan el paso de los vehículos de recogida que van a verter y los equipos de operación en la zona utilizada para depósito.

- Adecuación del terreno: preparar la zona de depósito con la geometría deseada y adecuar la superficie para al grado de impermeabilidad exigido por la normativa, en función del tipo de residuos a recibir.
- Construir caminos de acceso que permitan el paso de vehículos de recogida en cualquier época del año.
- Cerca perimetral para impedir el acceso de animales y personas.
- Registrar los vehículos de recogida de residuos que llegan a la disposición final.
- Depósito y compactación *“in situ”*. Esta técnica tiene como ventajas la reducción del volumen de los residuos y un menor asentamiento del SDF. Es necesario realizar la cobertura diaria con suelo tipo arcilloso, para evitar la dispersión por el viento de plásticos y papeles y la proliferación de roedores.

2.5 Cierre o clausura del SDF

Los SDF para residuos sólidos municipales pueden generar contaminación ambiental y causar daños por largo tiempo después que el mismo cese sus operaciones. La degradación de las capas de residuos toma bastante tiempo y mientras tanto continúan produciendo lixiviados y gases.

El cierre físico consiste en las medidas o instalaciones necesarias para el almacenamiento seguro de los residuos, su estabilización temprana y la prevención de la contaminación ambiental.

Los requerimientos técnicos para cierres seguros pueden incluir la construcción de instalaciones, tales como, para tratamiento de lixiviados, cobertura final, monitoreo continuo; dependiendo del nivel de cierre definido. El mantenimiento de las instalaciones y el manejo del SDF deben continuar aún después de iniciada las operaciones en otro sitio.

Las instalaciones necesarias para el cierre seguro del SDF deben planificarse, diseñarse e implementarse en base a los siguientes requerimientos:

- Reconfiguración de la forma del relleno/talud e instalaciones de almacenamiento de residuos.

- Cobertura final
- Drenaje de agua de lluvia
- Ventilación de gases
- Recolección y recirculación de lixiviados
- Tratamiento de lixiviados
- Impermeabilización de fondo para protección de aguas subterráneas

El nivel de cierre apropiado debe asignarse y aplicarse para la prevención de la contaminación y peligro ambiental. Las autoridades relevantes deben ser responsables para determinar el nivel de cierre meta para cada SDF.

2.5.1 Objetivos de un cierre seguro

- Proteger la salud pública y el medio ambiente mediante el manejo adecuado del cierre del relleno sanitario y el uso de las tierras post clausura.
- Prevención de la contaminación ambiental y los riesgos de los rellenos sanitarios clausurados de manera inadecuada.

2.5.2 Niveles de cierre y parámetros requeridos

Una vez el SDF ha agotado su vida útil, se debe iniciar el proceso de cierre o clausura. Existen diferentes niveles, según se cumplan determinados requisitos técnicos, como se indica más adelante. Se debe proceder a la realización de una serie de pasos adecuados, entre los cuales, se destacan:

- Levantar una cerca para limitar el acceso de personas extrañas que puedan seguir llevando al lugar sus RSM e impedir el ingreso de animales. Más una cerca biológica de árboles de gran altura y gran consumo de agua para evitar los malos olores.
- Colocar un cartel, letrero o avisos donde se informe a la población que el basurero está clausurado y se indique la localización del nuevo sitio para la disposición de los RSM.
- Realizar un programa de exterminio de roedores y artrópodos, para lo cual se solicita la asesoría de las autoridades de salud pública.
- Nivelar y compactar tanto la superficie como los taludes del botadero antes de descargar la tierra de cobertura. Para los terraplenes de residuos deberá procurarse una pendiente de 18⁰ grados.
- En los casos donde no exista un sistema de captación o liberación de gases,

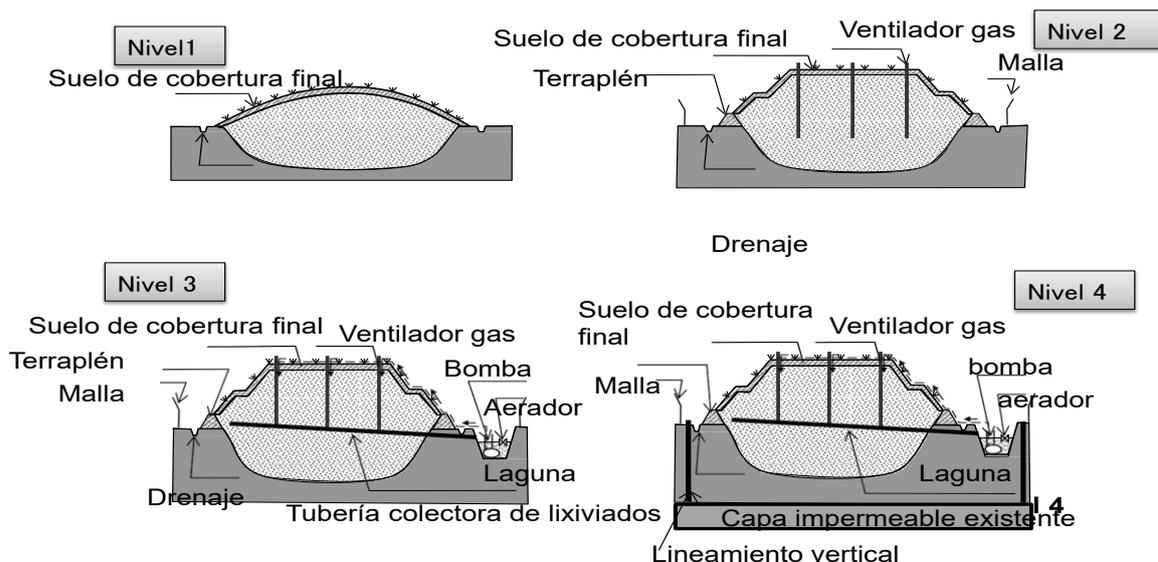
se dotará de tuberías perforadas para la liberación de gases.

- Colocar un sistema de captación de aguas lluvias, habilitando canaletas en todo el perímetro y en los taludes del cuerpo de residuos.
- Retirar equipos pesados, vehículos, balanzas, etc., así como los servicios de energía eléctrica, agua, siempre y cuando su manejo o uso posterior no requiera de estos servicios. En caso de existir planta de tratamiento de lixiviado y tuberías de captación de gases, es recomendable mantenerlas hasta que sea necesario.

Los ayuntamientos adoptarán uno de los siguientes sistemas de cierre del SDF:

- Colocación de tres capas de material de cobertura (preferiblemente suelo arcilloso) de 25 cm cada una y sembrarlo de gramas.
- Cobertura con geomembrana de polietileno, más 50 cm de material de cobertura (preferiblemente 25 cm suelo arcilloso y 25 cm de suelo franco) y sembrarlo de grama para evitar escorrentía y derrumbe.

La cobertura final del relleno sanitario apropiada es “una capa de material de cobertura de 30 cm de espesor con una capa adicional 100 cm de espesor capaz de sostener vegetación y con suficiente inclinación para impedir el ingreso de agua lluvia al relleno sanitario”¹⁵.



Fuente: “Lineamientos para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDS)

¹⁵ Lineamientos para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDS) para municipios de El Salvador”. Febrero 2009.

para municipios de El Salvador”. Febrero 2009.

Figura 18 Niveles de Cierre Seguro del Relleno Sanitario

Tabla 5 Niveles de Clausura y Parámetros Requeridos

Medidas	Nivel de Cierre Seguro			
	C1	C2	C3	C4
Cobertura final del suelo	++	+++	+++	+++
Drenaje de agua de lluvia	+	++	+++	+++
Almacenamiento seguro	+	++	+++	+++
Ventilación de gases		++	+++	+++
Lixiviados		+	+++	+++
Aguas subterráneas			++	+++
Estabilización temprana		+	+++	+++
Medidas post-clausura		+	+++	+++
Monitoreo	+	++	+++	+++
Sistema del Vertedero			Sistema Semi- Aeróbico	

Notas: (1) +: equipamiento/operado mínimo, ++: justo, +++: enteramente equipado/operado

Notas: (2): Mientras que para C3 y C4, en la línea con el concepto de relleno sanitario semiaeróbico, áreas aeróbicas de rellenos sanitarios.

Fuente: “Lineamientos para la Formulación de un Plan de Manejo Integral de Desechos Sólidos (MIDS) para municipios de El Salvador”. Febrero 2009.

2.5.3 Manejo Postclausura o postcierre

El manejo del post-cierre consiste en la operación y mantenimiento de las instalaciones del SDF clausurado, tales como la planta de tratamiento de lixiviados, los drenajes pluviales, la cobertura final; así como el monitoreo de la contaminación ambiental y la estabilización de los residuos.

2.6 Uso postclausura

El “uso post-cierre” del SDF se refiere a la utilización del terreno, una vez ha sido debidamente clausurado. Debe analizarse cuidadosamente, dado que en rellenos sanitarios/vertederos controlados y basureros a cielo abierto, se siguen teniendo emisiones y producción de lixiviados luego de su cierre, en un periodo de aproximadamente 10 a 20 años, dependiendo los siguientes factores:

- Cantidad de materia orgánica en el SDF
- Grado de compactación
- Condiciones climáticas

Las emisiones se terminan más rápido en rellenos pequeños y zonas muy calientes. Durante este periodo existe también el peligro de derrumbes y explosiones, debido al gas metano generado. Por lo que el área del relleno no puede utilizarse para urbanizaciones ni usos agrícolas.

La decisión del uso final que se le dará al sitio debe definirse en base al entendimiento claro del funcionamiento del SDF durante su periodo de operación y cierre; así como también teniendo en cuenta los impactos que ha tenido en los alrededores.

Por lo general, el sitio clausurado se dedica a actividades comunales; sin embargo, incluso en dicho caso, es necesario tomar medidas para evitar cualquier impacto ambiental para las comunidades aledañas y los usuarios del sitio tras su clausura. El uso del terreno propuesto no debe poner en peligro la vida de los comunitarios aledaños ni de los usuarios.

Se requiere elaborar un diseño de la configuración final del sitio, con su tratamiento paisajístico.

El uso más recomendado para el terreno de un relleno clausurado es:

- Área de protección natural como bosque protector, parques, viveros y áreas verdes.
- Actividades como la lombricultura.
- Áreas recreativas, excluyendo áreas para fumar y cocción de alimentos.
- Instalaciones deportivas (canchas, campos de golf).

PARTE III

3 OPERACIÓN DE UN SITIO DE DISPOSICION FINAL -SDF

El manejo de un SDF controlado es una actividad muy compleja. Aunque la operación fundamental consistirá en recibir y disponer adecuadamente los residuos, existen otras actividades adicionales complementarias, las cuales contribuirán con el buen funcionamiento del SDF. Por otro lado, determinadas actividades, concernientes a la organización de la operación, deben ser realizadas antes del inicio de las operaciones en el SDF, tal y como se indicó en el plan de operación y mantenimiento.

De nada vale una buena planificación en el diseño, unas instalaciones adecuadas, sin una correcta operación posterior del SDF, la cual permitirá:

- Mejor protección del medio ambiente: drenaje y tratamiento de las aguas lixiviadas, drenaje de gas por chimeneas, cubierta de los residuos.
- Mejor seguridad para los trabajadores: taludes definidos, compactación de los residuos, menos peligro de deslizamientos de los residuos, menos contaminación en el lugar de trabajo.
- Ventajas económicas para el municipio: Con un manejo adecuado del relleno sanitario se puede utilizar al máximo el terreno. La compactación de los residuos y la construcción planificada, extienden la vida útil del relleno y permiten un uso más prolongado del terreno.
- Menos molestia y contaminación para los potenciales ciudadanos afectados: Control de polvo, olores, insectos, etc.

3.1 Recursos técnicos y humanos

3.1.1 Recursos técnicos

La operación del relleno sanitario requiere de equipo especializado cuya selección se realiza tomando en cuenta fundamentalmente:

- Cantidad de residuos
- Método de operación
- Condiciones de trabajo para el adecuado movimiento
- Compactación de los residuos sólidos
- Material de cobertura

Las funciones básicas del equipo para un relleno sanitario caen dentro de las siguientes categorías:

- Preparación del sitio, incluyendo desmonte y despalme.
- Compactación y manejo de residuos.
- Excavación, transporte y aplicación de cubierta diaria.
- Esparcimiento y compactación de la cubierta final.
- Funciones de apoyo.

La excavación, el manejo y la compactación de los suelos utilizados como sistema de impermeabilización o material de cobertura son los aspectos que deben considerarse cuando se determinan las funciones del equipo para el relleno.

Las funciones del equipo relacionadas con los residuos sólidos son el empuje, extendido o esparcimiento, compactación y cobertura.

Los equipos de ruedas, generalmente son eficientes para la excavación de suelos en los que predominan la arena, la grava, las arcillas limosas y los limos arcillosos. Mientras que el equipo con cadenas o rieles es recomendable para trabajos en sitios que presentan problemas de accesibilidad y materiales difíciles de manejar. En otro orden, si los suelos se van a mover en distancias menores a 100 m, los cargadores y buldócers pueden servir perfectamente para ese propósito. Para distancias mayores se deben utilizar otros equipos¹⁶.

¹⁶ MT Operación Relleno Sanitario, SEDESOL. México – 2002.

El equipo pesado especialmente diseñado para la compactación es aparentemente más efectivo y eficiente que el equipo ligero diseñado especialmente para el movimiento de tierras. Sin embargo, el peso puede ser significativamente compensado, incrementando el número de pasadas de equipo ligero sobre los residuos. El número de pasadas necesarias para obtener la compactación suficiente requerida también depende del contenido de humedad y de la composición de los residuos.

El equipo para el relleno debe ser resistente porque las condiciones para su uso se encuentran muy difíciles. Los radiadores presentan una alta frecuencia de saturación con partículas, lo que los daña considerablemente y el cuerpo y las partes operativas del equipo pueden dañarse por los residuos protuberantes o voluminosos. Las llantas, aún las de uso rudo, pueden resultar pinchadas o cortadas, reduciendo su vida útil.

1) Maquinarias y equipos en un relleno con compactación mecanizada

Para la operación de un relleno sanitario mecanizado, se necesitan fundamentalmente los siguientes equipos:

a. Buldócers o Tractores de Orugas con Hoja Topadora

Función: Distribuir y compactar los residuos sólidos, así como realizar la preparación del sitio, suministrar la cubierta diaria y final y trabajos generales de movimiento de tierras.

Características: Los buldócers están equipados con orugas metálicas de anchos variables especificados, tales como 457 mm, 508 mm, 559 mm y 610 mm. Las orugas deben ser lo suficientemente altas como para permitir una buena reducción de tamaño de los residuos y evitar posibles deslizamientos. La presión descargada sobre los residuos se obtiene distribuyendo el peso de la máquina sobre la superficie de contacto.

El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida. Las máquinas con orugas no son muy eficientes en la compactación de los residuos sólidos, debido a su baja presión sobre el suelo. Para obtener una máxima eficiencia de las máquinas con orugas, es muy importante que estén equipadas con hojas topadoras adecuadas.

b. Compactadores con ruedas metálicas

Función: Extendido y compactación de residuos sólidos.

Características: Las ruedas metálicas tienen generalmente dientes en forma de “V” invertida y alternados que le permiten concentrar el peso sobre una superficie de contacto más pequeña (comparada con una máquina de orugas) y ejerciendo una mayor presión sobre los residuos sólidos.

Los tractores compactadores son tractores con orugas como los que se utilizan en la construcción civil, adaptados a las condiciones del relleno sanitario. Existen también compactadores con ruedas especiales que se construyen especialmente para la compactación de los residuos. Esos compactadores tienen la ventaja de trabajar muy eficientemente en la colocación y compactación de los residuos, tienen la desventaja que no se pueden utilizar flexiblemente para otros trabajos necesarios en el relleno, ya que las ruedas especiales no son adecuadas para trabajos en suelos normales.

Los compactadores son más versátiles y rápidos que los buldócers. Los compactadores con ruedas de acero están equipados con hojas controladas por un sistema hidráulico. La hoja tiene una rejilla metálica adicional para aumentar su capacidad.

El equipo compactador es el más importante de todos los equipos que se necesitan en un relleno sanitario. Es el equipo ideal para compactar, siempre que sea posible su compra. Permite:

1. Mover y esparcir los residuos descargados por los camiones recolectores, compactarlos y cubrirlos.
2. Si el material de cobertura se encuentra en el sitio del relleno mismo (caso ideal), el tractor compactador puede también excavar y traer el material de cobertura.
3. Hacer trabajos de preparación del suelo (remoción de capa vegetal, excavación, colocación de la capa mineral, etc.) para abrir un nuevo módulo del relleno, apertura de caminos internos, etc.



Foto 13 Tractor Compactador

Sin embargo, normalmente en nuestros países se usan equipos que permiten hacer las dos funciones, esparcir y compactar, aunque no con un alto grado de compactación. Es el caso del **buldócer o tractor común** usado como alternativa a un equipo de compactación, por ser más económico, no solo por el precio de compra, sino por el consumo de combustible. Este realiza las mismas funciones que el compactador, solo que el nivel de compactación es mucho más bajo. En realidad, la función propia del buldócer es esparcir los residuos.



Foto 14 Apertura de camino de acceso interno en el vertedero de Azua



Foto 15 Excavadora

c. Cargador neumático

Función: Para excavar suelo suave (por ejemplo, suelos que presentan poca resistencia), cargar el material excavado a los camiones y pick-ups o para transportar ese material a distancias no mayores a 50 ó 60 m, para una eficiencia óptima.

Características: Los cargadores de neumáticos generalmente están equipados con máquinas diesel y dirección en las cuatro ruedas. El eje frontal es fijo y el trasero puede oscilar. Los modelos varían en potencia, en un intervalo entre los 65 HP y los 375 HP. La capacidad del cucharón varía de 0.8 m³ a 6 m³. Los modelos más comúnmente utilizados son de alrededor de 100 HP a 150 HP.



Foto 16 Cargador neumático.

Sobre suelo suave, una máquina de 130 HP con una capacidad de cucharón para 1.91 m³ será capaz de excavar y cargar un camión de volteo a una velocidad de alrededor de 160 m³/hora de trabajo. En suelo duro, la producción

disminuye y esta máquina probablemente necesitará ser reemplazada por una más adecuada para realizar la excavación.

Los cargadores de neumáticos también son aptos para realizar eficientemente trabajos relacionados con las operaciones del relleno sanitario.

d. Cargadores de Orugas

Función: Estas máquinas pueden desarrollar funciones similares a las de los cargadores de neumáticos. Los cargadores de orugas también son recomendables para excavar suelo macizo o duro. Su distancia óptima para transporte de materiales no debe exceder de los 30 m.

En casos de emergencia, los cargadores de orugas pueden utilizarse para el manejo de residuos sólidos (extendido y compactación). También pueden ser utilizados para conformar y nivelar la cubierta de las celdas.

Características: El cucharón de este tipo de cargadores, se opera fácil y rápidamente mediante un mecanismo hidráulico. Se obtiene una mejor eficiencia y flexibilidad en este equipo, cuando cuenta con un cucharón multiusos. Este tipo de cucharón se adapta a diferentes operaciones conforme a la posición en la que se opera.

El cucharón tiene una sección estacionaria y otra móvil. El movimiento puede ser controlado por el operador con el mismo sistema de control. El cucharón puede actuar como; cargador, empujador, excavadora o dragadora.

La versatilidad de este tipo de equipos se requiere en el relleno sanitario especialmente cuando la disponibilidad de equipo es limitada.

e. Excavadoras de Orugas

Función: Para excavar el suelo y cargar vehículos de transporte, así como para aplicar la cobertura diaria o primaria de los residuos sólidos (en el método de trinchera). Este equipo también puede ser utilizado bajo ciertas premisas en el movimiento de tierras.

Características: La excavadora está equipada con una máquina diesel y un sistema hidráulico para el control de los brazos de carga y del cucharón. El tiempo del ciclo de excavación depende del tamaño del equipo y de las condiciones del sitio. Así, cuando la excavación es más difícil o la trinchera más profunda, el procedimiento de excavación será lento. La literatura comercial

disponible en el mercado de los diferentes fabricantes indica el cálculo o la estimación del tiempo para el ciclo, de acuerdo con el modelo de equipo y las condiciones particulares de cada sitio (tipo de suelo y profundidad de excavación). La profundidad de excavación (medida desde el nivel del suelo) depende del alcance de los brazos de carga

f. Retroexcavadora

Su función principal es excavar el material de cobertura. Se utiliza para la fabricación del muro de contención de una celda para depósito de residuos.



Foto 17 Excavación de material de cobertura en el vertedero de Azua



Foto 18 Construcción con excavadora del muro de contención durante la rehabilitación del vertedero de Azua.

g. Camión volteo:

Su función es transportar el material de cobertura y llevar materiales de un lado a otro del relleno.



Foto 19 Carga y transporte de residuos en camión volteo en el SDF de Azua

h. Balanza o peso

En los rellenos medianos y grandes, se necesita instalar una balanza grande como las que se utilizan para pesar camiones. Esta balanza registra el peso de cada vehículo a la entrada y a la salida, siendo la diferencia entre ambos, el peso de los residuos que ingresan. El registro se puede realizar manualmente, usando formatos preestablecidos o se puede realizar el registro manualmente o por medio de una computadora.



Foto 20 Balanza con registro computarizado de peso en el relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador.

En resumen, el equipamiento básico requerido para la operación de un relleno sanitario mecanizado está constituido por: compactador o buldócer, retroexcavadora y camión volteo.

La balanza es recomendable, sobre todo para medianos y grandes. En los pequeños no es tan indispensable establecer un control minucioso del peso de

las cantidades de residuos que se producen y recogen, siendo suficiente tener un registro manual de la cantidad y del tipo de vehículo que ingresa.

Cuando se va a preparar una nueva celda, se necesita un rodillo para la compactación de suelo impermeable. Como su uso es eventual, no se indica como parte del equipamiento básico del SDF. Se puede alquilar en el momento necesario.

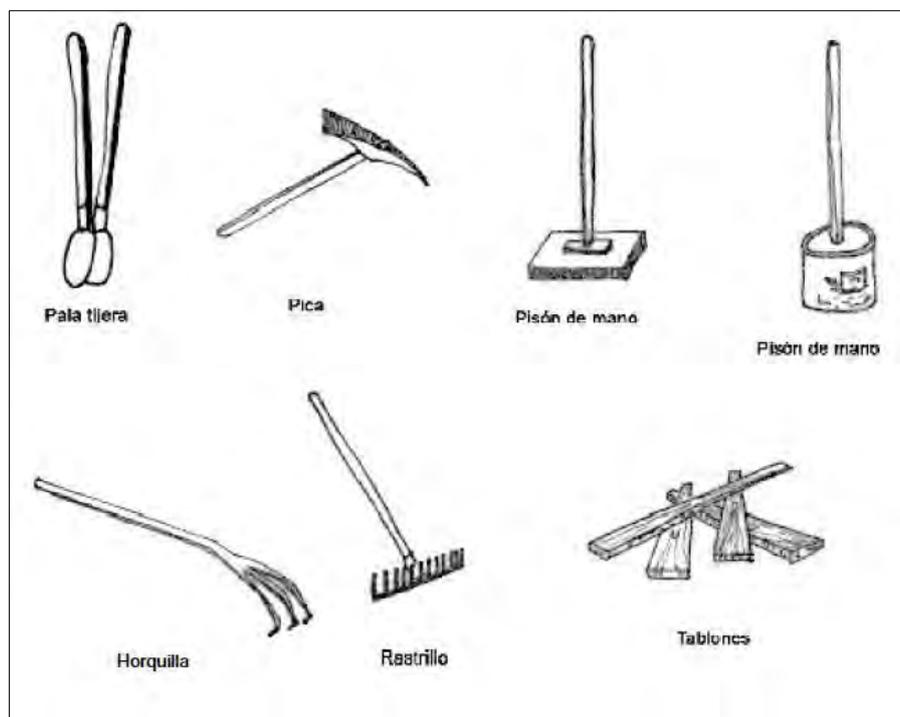
2) Herramientas y materiales para la O&P de un SDF

a. Herramientas necesarias en un relleno sanitario mecanizado

Las herramientas necesarias en el relleno mecanizado son todas las que se utilizan para la construcción y el mantenimiento de cunetas, canales de drenaje, chimeneas, la arborización y el tratamiento de las aguas lixiviadas. Sus usos se muestran en la tabla 6, salvo el pisón y el rodillo manuales.

b. Herramientas necesarias en un relleno manual

En el relleno manual, el equipo necesario consiste en utensilios de albañilería, más un rodillo compactador manual, como se indica en la figura 19.

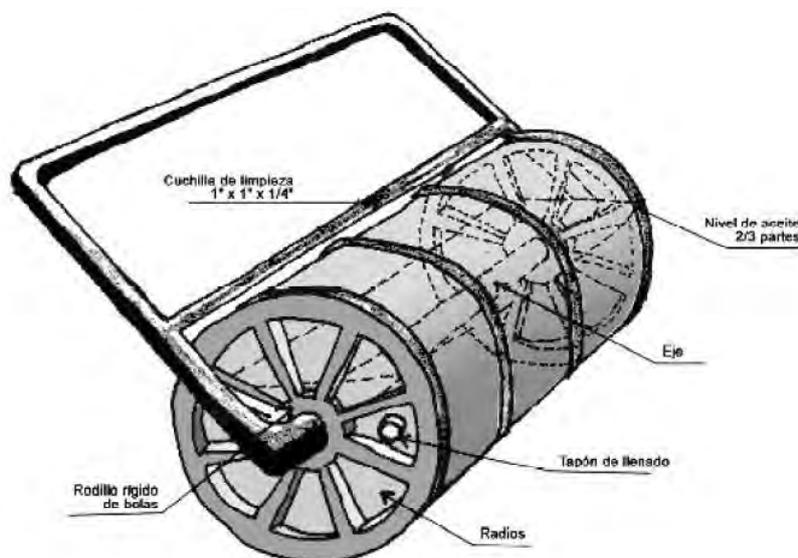


Fuente: Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales – PAHO. 2002

Figura 19 Utensilios para uso en rellenos sanitarios manuales.

Para la construcción del rodillo, se recomienda llenar el barril con piedra, arena u hormigón, con el fin de evitar que los golpes en el terreno le abollen. La tabla 6

muestra el uso de cada herramienta o utensilio usado.



Fuente: Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales – PAHO. 2002

Figura 20 Barril de 55 galones acondicionado como rodillo compactador

Tabla 6 Utensilios para operación de rellenos.

Utensilio	Uso
Pala	<ul style="list-style-type: none"> - Cargar, descargar y colocar residuos sueltos - Cargar, descargar y colocar material de cobertura - Excavar - Mantenimiento de la fosa séptica y laguna de tratamiento biológico (excavación de sedimento) - Mantenimiento y construcción de cunetas
Azadón	<ul style="list-style-type: none"> - Aflojar el terreno - Trabajos de arborización - Mantenimiento de cunetas y canales de drenaje
Barra	<ul style="list-style-type: none"> - Aflojar el terreno para excavaciones - Trabajos de arborización - Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pico	<ul style="list-style-type: none"> - Mullir el terreno para excavaciones - Trabajos de arborización - Mantenimiento y construcción de cunetas y canales de drenaje
Pisón de mano	Compactación manual de los residuos colocados en las superficies laterales (taludes)
Horquilla o diablo	Carga y descarga de residuos en fundas
Machete	- Cortar palos para la construcción de chimeneas u otros trabajos de mantenimiento

	- Afiliar palos y estacas - Cortar árboles pequeños para la preparación del terreno.
Martillo	- Construcción y mantenimiento de chimeneas - Mantenimiento de herramientas
Sierra	Cortar palos y otros.
Rastrillo	Colocación homogénea de los residuos y del material de cobertura.
Carretilla	Transporte interno de residuos y de material de cobertura
Rodillo Manual	Compactación de residuos y de la cubierta con tierra

Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002.

La cantidad de estas herramientas está en función del número de trabajadores.

c. Materiales necesarios para la O&M del SDF

Se necesitan los siguientes materiales para la operación y mantenimiento del relleno sanitario:

Construcción de chimeneas para gases:

- ✓ Tubos PVC o tanques perforados
- ✓ Malla metálica
- ✓ Grava o piedra bola
- ✓ Palos
- ✓ Clavos

Se puede utilizar cualquier árbol que crece en el área para hacer los palos con un diámetro de 5 - 7 cm. Se recomienda plantar eucalipto alrededor del terreno de relleno, como éste sirve para absorber una cierta cantidad de aguas lixiviadas, crece rápidamente y produce una madera apropiada para hacer los palos.

Preparación de celdas nuevas y cubierta diaria:

- ✓ Material de cobertura, de naturaleza arcillosa

Tanto para la preparación de celdas nuevas como para la cobertura de la capa de residuos o franja diaria se necesita tierra arcillosa, la cual asegura una suficiente impermeabilización contra la infiltración de lixiviado en el fondo y contra la infiltración de aguas de lluvia, en la cobertura diaria. Se necesita una

cantidad aproximada de 25 - 30 % ¹⁷de la cantidad total de residuos a depositar diariamente.

Equipo de protección personal -EPP

Los materiales elementales para la protección de los trabajadores en el relleno, incluido el chofer del tractor si se trata de un relleno con compactación mecanizada, son:

- ✓ Uniforme (2 overoles por año)
- ✓ Guantes (se deben renovar 2 o 3 veces por año o más, dependiente del uso)
- ✓ Botas

La mejor solución sería proveerles de botas de seguridad con puntera y suela reforzada de acero, como se utilizan en la industria pesada y algunos sitios de construcción. Estas botas son bastante costosas, pero aguantan durante muchos años. Protegen al trabajador contra desechos cortopunzantes como vidrio roto, metales o jeringuillas. Si no se puede conseguir este tipo de botas, al menos hay que proporcionar botas de caucho a los trabajadores.

- ✓ Mascarillas para proteger contra el polvo (NO protegen contra el gas de relleno.)
- ✓ Sombreros, gorras para protegerse del sol o abrigos, dependiendo del clima.

3.1.2 Personal requerido

La cantidad y calificación del personal requerido para la operación de un SDF depende de múltiples factores, entre los cuales:

- Tamaño (superficie) del relleno
- Cantidad diaria de residuos depositados
- Disponibilidad del material de cobertura (a qué distancia se encuentra del SDF)
- Tipo de relleno (manual o mecanizado)

¹⁷ Manual para el diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios manuales. Ecuador, 2002. Pág. 86.

- Tipo de residuos manejados / número de celdas activas (si es solo municipales, basta con una celda. Si se reciben también peligrosos, entonces se tendrían otra u otras celdas y posiblemente por la naturaleza de los RS requerirán más personal para su manejo que los residuos comunes)
- Legislación ambiental vigente (grado de exigencia de los estándares ambientales)
- Días laborables y duración de la jornada de trabajo en el SDF (si trabaja de lunes a viernes y también los sábados y domingos, un solo turno o más)

La siguiente tabla presenta los requerimientos, en cantidad y calificación, según el tipo de relleno sanitario.

Tabla 7 Requerimientos para los diferentes tipos de relleno.

Calificación y tareas del personal	Relleno mecanizado	RS mecanizado	Relleno manual
	Personal necesario para relleno pequeño o mediano	Personal necesario para relleno grande	Personal necesario para relleno pequeño o mediano
Jefe del relleno (ingeniero civil, ingeniero mecánico o tecnólogo ambiental) (1)	0.5 - 1	1	0.5 - 1
Ayudante del jefe del relleno (tecnólogo)	0	1	0
Técnico de laboratorio o químico	0	1	0
Responsable de la balanza	1	2	0
Chofer de tractor compactador	1 - 2	3	0
Chofer de camión u otra maquinaria necesaria dentro del relleno	1 - 2	2 - 3	0
Maestro o técnico para reparaciones de vehículos	0	1	0
Obrero para reparaciones de vehículos	1	1	0
Obreros de relleno con las tareas siguientes:	2 - 3	3 - 6	2 - 8 (ver Cuadro 32)
. Construcción de chimeneas			
. Limpieza de canales de drenaje y cunetas			
. Mantenimiento de la planta de tratamiento de las aguas lixiviadas			
Guardia con tareas siguientes:	1	2	1
. Presencia continua sobre el relleno			
. Prohibir el ingreso de personas no autorizadas			
. Prohibir y controlar que no ingresen animales sobre el relleno			
. Registro en la balanza			
. Avisar el lugar de descarga a los recolectores			

(1) Según necesidad podría trabajar medio tiempo.

Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002.

Podría considerarse que el personal básico de un SDF está formado, por lo menos por:

- Gerente/Encargado del SDF (para relleno sanitario mancomunado)
- Encargado de operación (funcionaría también como gerente para SDF no mancomunados)
- Auxiliar administrativo
- Vigilante
- Operador del peso (si hay balanza)
- Operadores de equipo pesado en celda (buldócer, excavadora)
- Operador de camión volteo
- Encargado de frente de tiro
- Parqueador(es)

3.2 Operaciones básicas

3.2.1 Vigilancia y control de acceso

A pesar de ser una instalación municipal, un SDF controlado no es un lugar de libre acceso. Para garantizar el control de acceso, el SDF estará debidamente cercado en su perímetro, con control de acceso y salida. También estará debidamente identificado con un letrero/cartel, en el cual se indicará el horario y los tipos de residuos aceptados.

El personal responsable de control y vigilancia:

- Establecerá vigilancia y control de las entradas y salidas de personas no autorizadas a las instalaciones.
- Vigilará especialmente el sistema de pesaje de los vehículos recolectores, si aplica.
- Vigilará constantemente que no existan incendios en el relleno sanitario.
- Supervisará el buen estado de los caminos interiores y de acceso al SDF.
- Controlará al máximo el tipo de residuos sólidos entrantes, a fin de evitar el ingreso al sitio residuos no permitidos/prohibidos.

Se recomienda plantar eucalipto alrededor del terreno de relleno, como éste sirve para absorber una cierta cantidad de aguas lixiviadas, crece rápidamente y produce una madera apropiada para hacer los palos.



Figura 21 Portón de control de acceso al vertedero de Azua (MANCOM)

El cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 – 50 m de ancho, usando arbustos en los bordes y árboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores en los alrededores.

3.2.2 Registro de admisión y pesaje de residuos

Al ingresar al sitio de disposición final, se llevará a cabo el registro de los vehículos que ingresan, tomando al menos la siguiente información:

- Procedencia (nombre del municipio, compañía, persona)
- Fecha y hora de entrada
- Placa o ficha del vehículo
- Tipo de vehículo (camión compactador grande/pequeño, camión volteo, camión de cama fija, etc. Es aconsejable registrar también la capacidad o volumen, en m³, sobre todo si no se cuenta con equipo de pesaje.
- Cantidad y tipo de residuos

Para determinar la cantidad, si se cuenta con balanza, se registrará el peso del vehículo cargado y peso del vehículo vacío (tara), de acuerdo con el formato correspondiente que utilice el sistema de pesaje. En caso de no contar con balanza, la municipalidad debe tomar previamente las medidas (largo, ancho y altura) de los camiones y estimar la cantidad de residuos que contienen, en base a los criterios establecidos por el Ministerio de Medio Ambiente en el sistema nacional de la base de datos.

Registrar quién trae qué tipo y cuánto, permitirá establecer responsabilidades, en caso de incumplimiento o accidente, así como también controlar la cantidad de residuos que ingresan al SDF y establecer el pago correspondiente.

3.2.3 Inspección de la carga

Los camiones deben ser inspeccionados regularmente. Es importante verificar si la naturaleza de los residuos traídos corresponde verdaderamente a la información suministrada y anotada en el registro. Dicha inspección se realiza generalmente al azar. Para eso, es suficiente realizar la inspección visual de la descarga y abrir algunas fundas.

La inspección se realiza con el objetivo de detectar residuos prohibidos (no

aceptados en el SDF), sea por ser considerados peligrosos por la legislación nacional vigente y aplicable, o porque presenten riesgos a la operación, como residuos combustibles (llantas, residuos conteniendo aceites o minerales).

Es importante capacitar al personal para identificar residuos sospechosos. Si hay una sospecha que se descargan residuos no permitidos (por ejemplo, residuos peligrosos industriales en un relleno donde eso no se acepta), se puede mandar una muestra a un laboratorio. En rellenos donde trabajan recicladores se puede también coordinar con ellos para que comuniquen sus observaciones (por ejemplo: "hemos encontrado jeringuillas usadas y fundas de sangre en la carga del recolector que vino a las xx horas").

En caso de encontrarse residuos peligrosos y prohibidos, estos deben separarse de los residuos sólidos comunes, con el fin de:

- Disminuir de riesgo de lesiones al personal
- Reducir riesgos de incendios/explosiones
- Reducir el potencial de contaminación al medio ambiente.

Se consideran cargas potencialmente peligrosas:

- Madera
- Alambres
- Tambores metálicos
- Contenedores de químicos sin identificación
- Desechos médicos
- Cilindros presurizados
- Animales muertos
- Otros

Los residuos peligrosos encontrados deben ser segregados y almacenados hasta que se le pueda dar una disposición adecuada. En almacenamiento temporal de los residuos peligrosos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Ubicación segura
- Protegida de las inclemencias del tiempo
- Ventilación adecuada
- Área de almacenamiento con contención de derrames
- Disponer de áreas donde puedan ser separados según su naturaleza

química.

- Contar con equipo de seguridad y de respuesta ante emergencias.

3.2.4 Descarga

Se debe designar un espacio específico para la descarga de los residuos, conocido como el área de vuelco, la cual debe ser ubicada cerca del área de tiro. Una vez que los vehículos llegan al área de vuelco, el personal operativo del SDF da las indicaciones pertinentes a los conductores de los mismos, utilizando señales, para su debido parqueo, de tal manera que la descarga de los residuos se realice en el lugar establecido y en el menor tiempo posible.

El área de vuelco puede ser hecha de tierra de relleno, grava, asfalto triturado, concreto o arcilla. Es muy importante garantizar el acceso al área de vuelco, por lo que debe darse el mantenimiento requerido al mismo.

La descarga se debe realizar a corta distancia del frente de trabajo, evitando que los vehículos recolectores y de transferencia interfieran con las actividades de la maquinaria pesada. Una vez descargados, se acarrearán los residuos al frente de trabajo en operación.

1) Método y colocación de los residuos: Construcción del frente de trabajo

El frente de trabajo, área de tiro o franja diaria de vertido deben estar previamente identificadas, por medio de estacas que fijarán los límites de las mismas. Estos límites serán indicados a los operadores de equipo pesado y conductores de los vehículos. Es necesario zonificar el terreno disponible para el vertido. Planificar el tiro de residuos, teniendo en cuenta la cantidad a depositar por día y que la celda no sobrepase un año de uso

Es recomendable que el frente de trabajo se mantenga lo más estrecho posible y que se deje una separación mínima de 3 metros entre vehículos contiguos, para el tránsito de la maquinaria pesada¹⁸. El manual de Ecuador al que hemos hecho referencia, indica 1.5 m, como distancia lateral mínima entre los

¹⁸ Operación y Monitoreo de Sitios de Disposición Final – Material de apoyo elaborado por Max Da Silva para el diplomado “Diseño, construcción y operación de SDF”, organizado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales con el aval de la UNPHU.

vehículos. También es importante mantener una distancia mínima entre la parte posterior y delantera de dos vehículos. Los parqueadores o coordinadores tienen la responsabilidad de asegurar que se mantengan las condiciones indicadas.



Foto 21 Descarga de residuos en el relleno sanitario de ASINORLU - El Salvador

Se pueden aplicar diferentes métodos de descarga y colocación de los residuos sólidos en el relleno sanitario, dependiendo de la forma y topografía del terreno, así como también del tipo de relleno sanitario, manual o un relleno con compactación mecanizada. Sin embargo, existen básicamente dos métodos para colocar los residuos: construir desde arriba/parte superior o desde el fondo (parte inferior).

En la **construcción desde el fondo** (parte inferior) se empujan los residuos cuesta arriba, de la parte inferior del talud hacia la parte superior. Se elimina el efecto de “cascada” de los residuos, el equipo debe trabajar más y el desgaste es mayor. No obstante, permite capas verticales o con pendiente y esto proporciona una mayor compactación cuando se utiliza un buldócer.

Construir desde la parte superior permite crear capas horizontales. Los residuos se empujan cuesta abajo, por lo que hay menor desgaste de las maquinas. Se aumenta el potencial del efecto “cascada” de los residuos. Mucho más fácil para buldóceres, aunque proporciona menor compactación si se utiliza este equipo. Sin embargo, por este método es difícil controlar las pendientes en

comparación con la construcción desde el fondo y puede crear que se dispersen más residuos como fundas plásticas, hojas de papel, etc.

Durante la descarga, se requiere tener control de los residuos, ya que todas las cargas tienen el potencial de crear basura menuda. Para su control, se pueden instalar cercas para basura suelta – permanentes o móviles, colocadas adecuadamente, a la altura requerida y darle mantenimiento regular.



Foto 22 Cercas fijas y móviles para control de basura menuda

Se podrían identificar en un relleno, residuos “buenos” y residuos “malos”. Los residuos “buenos” son homogéneos, fáciles de manejar y representan poca amenaza para el equipo. En cambio, los “malos” son voluminosos, difíciles de nivelar y usualmente no se compactan bien. Los primeros se colocan en la parte externa y más cercana al frente de trabajo; los segundos, debajo de los residuos “buenos”.



Foto 23 Residuos “buenos” y “malos”

Los residuos voluminosos que incluyen aparatos eléctricos, muebles, troncos de árbol etc., deben manejarse de la siguiente manera:

- Disponerse en un área separada del área principal de trabajo.
- Descargar en el pie de talud y compactar otros residuos alrededor de ellos.
- Compactar los objetos voluminosos en suelo firme, para incrementar la compactación.
- Recuperar y revender chatarra.

Aparte de la persona que indica el lugar de descarga, solo debe encontrarse en el área de tiro, el personal responsable de la descarga. Las personas que trabajan en el relleno deben vestirse con ropa de seguridad (colores vivos, botas y guantes).

3.2.5 Esparcimiento y Compactación de los residuos

Se podría considerar la compactación como el aspecto más importante en la operación de un relleno sanitario. Compactar no es más que aumentar la densidad de los residuos depositados, es decir, tener mayor cantidad, en menos volumen.

Los beneficios de la compactación son:

- Optimiza el uso del terreno del vertedero, al permitir colocar más residuos en menos espacio
- Extiende la vida útil del SDF, al aumenta el volumen que se puede recibir
- Si los residuos son compactados, se requiere menos tierra para cubrir a diario
- Reduce el asentamiento del SDF
- Previene madrigueras de roedores
- Previene filtraciones de lixiviados en los taludes

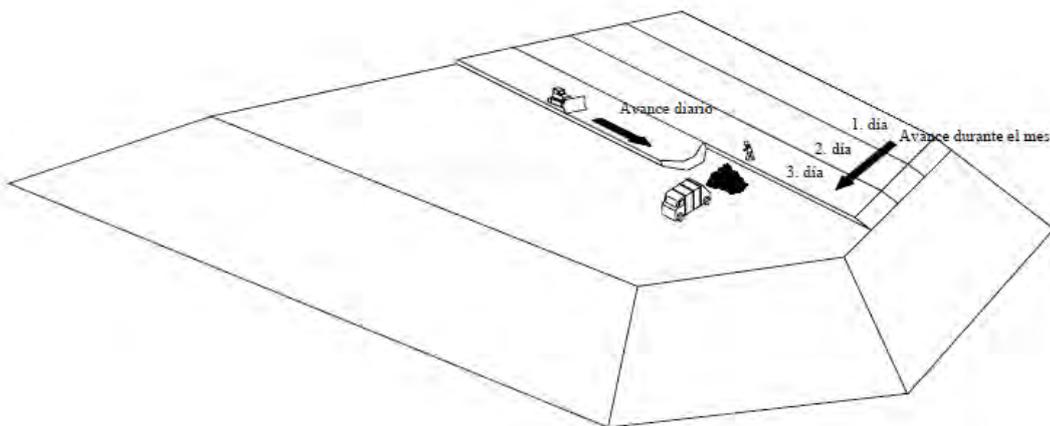
Es indispensable compactar los residuos de manera óptima para extender la vida útil del relleno y minimizar los impactos ambientales. Las siguientes medidas ayudan a lograr este objetivo:

- ✓ Se recomienda dividir la celda en franjas diarias. El área de una franja se calcula considerando la cantidad de basura que se entierra, la densidad de los residuos compactados y el espesor de la capa deseada.

Veamos el siguiente ejemplo: Calcular el área de una franja diaria para una cantidad de 30 Ton/día, cuya densidad una vez compactada será de 500 kg/m³, con un espesor de 30 cm¹⁹.

- ✓ Recordemos que:
 - ✓ Densidad = Peso / volumen, de donde
 - ✓ Volumen = Peso / densidad = 30,000 Kg/500 Kg/m³
 - ✓ Volumen = 60 m³
- ✓ Por otro lado,
 - ✓ Volumen = Área x altura (en este caso el espesor), de donde:

$$\text{Área} = \text{Volumen} / \text{Altura} = 60 \text{ m}^3 / 0.3 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$$
- ✓ La franja deberá tener un área de 200 m². Es preferible hacer franjas estrechas y largas para minimizar el número de idas y vueltas del tractor. En este caso, se construiría una franja de: 5 m x 40 m o 6m x 33 m.



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002

Figura 22 División del frente de trabajo en franjas diarias

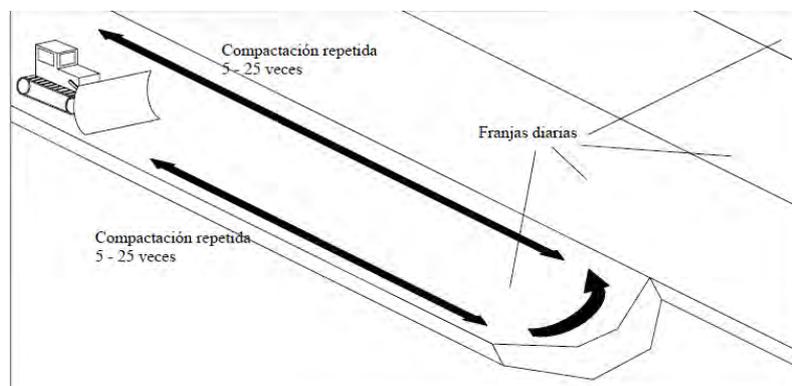
- Colocar los residuos de forma homogénea. Es importante que el personal que tiene la función de indicar los lugares de descarga los organice de tal manera que los montículos de residuos descargados se distribuyan homogéneamente sobre el área de la franja diaria. Esta precaución minimiza también el trabajo y consecuentemente los costos del equipo compactador.

¹⁹ Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador.2002. Pag. 99.



Foto 24 Esparcimiento y compactación de residuos con buldócer en el SDF de Azua

- Pasar entre 5 y 25 veces sobre una capa de residuos como se observa en la figura debajo. Si se pasa 25 veces, la compactación logra una densidad 20 % -30 % mayor a la lograda con 5 pasadas. Se recomienda pasar 20 veces sobre los residuos. Las experiencias del Municipio de Loja en Ecuador han mostrado que se necesitan 2 - 3 horas para realizar la compactación de 54 toneladas de residuos con 20 pasadas (con un buldócer marca Caterpillar D6D). En rellenos que disponen de mejor equipo, se podrían compactar más residuos en el mismo tiempo²⁰.



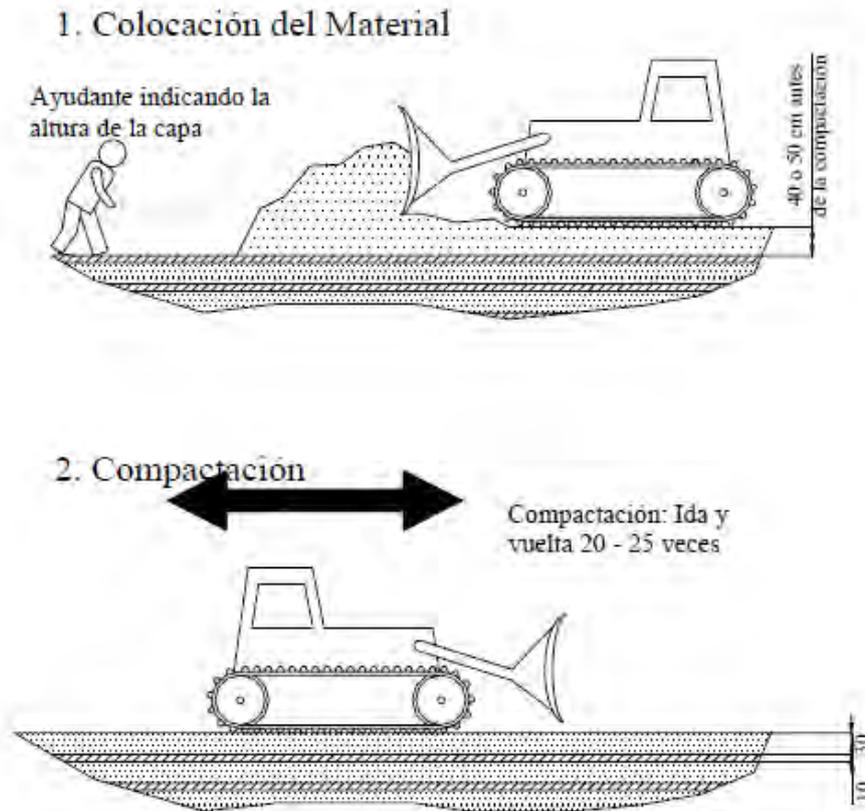
Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002

Figura 23 Compactación repetida para aumento de la densidad

- Colocar capas delgadas de residuos, pues se compactan más fácilmente. Si se usa un equipo de compactación propiamente dicho, el grosor ideal oscila entre 30 – 60 cm. En el caso del buldócer la mejor compactación (hacia 0.81

²⁰ Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador.2002

t/m³) se logra si los residuos se colocan en capas delgadas de un espesor de menos de 30 cm. El operador del tractor puede determinar el espesor de la capa bajándose para hacer un control visual, o su ayudante puede colocar una estaca con medidas para visualizar las medidas actuales.



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002

Figura 24 Compactación con alto número de pasadas

1) Compactación en un relleno sanitario manual

Los residuos se descargan lo más cerca posible al sitio donde se rellenará; lo cual debe ser indicado al chofer del vehículo recolector. Los trabajadores colocan los residuos en capas delgadas, con espesor máximo de 30 cm. Se pueden construir capas horizontales o capas inclinadas que se apoyen en un talud natural o en las capas construidas anteriormente. Si se hace en capas inclinadas, la pendiente máxima será 1: 3. El sistema de colocación se muestra en la gráfica siguiente:

²¹ Idem. Pág. 98

a. Capas horizontales

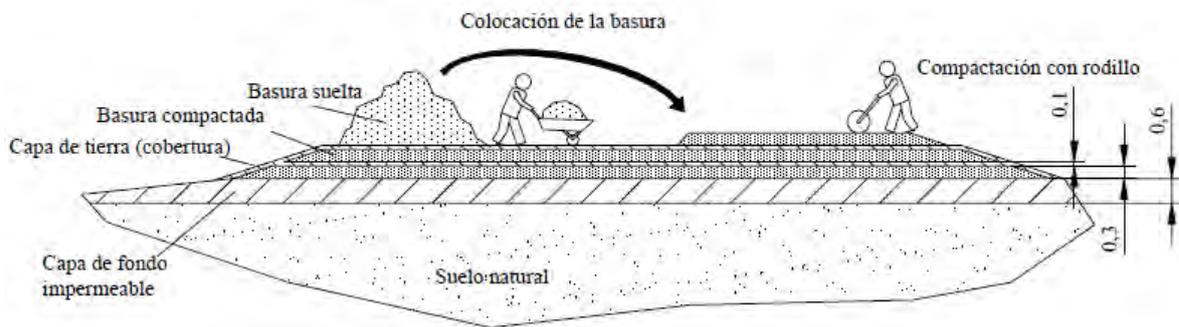
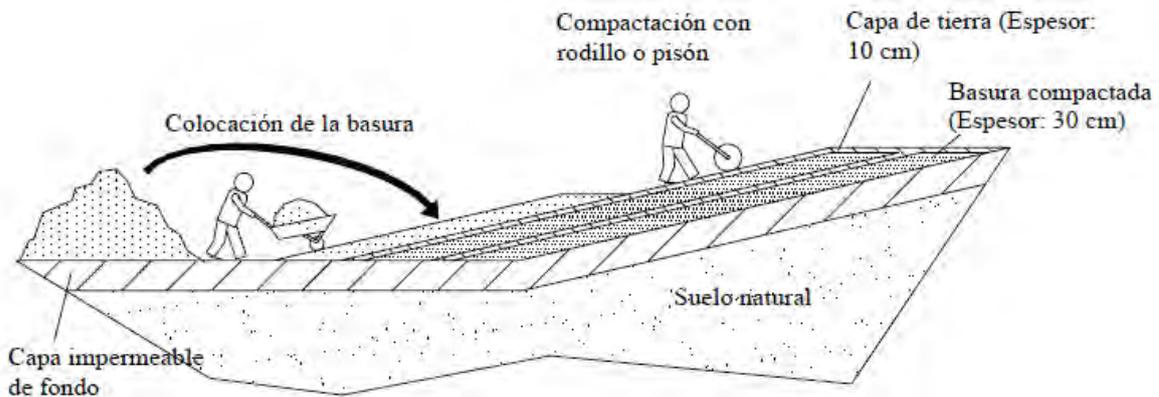


Figura 25 Colocación manual y compactación de la basura

b. Capas inclinadas



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002.

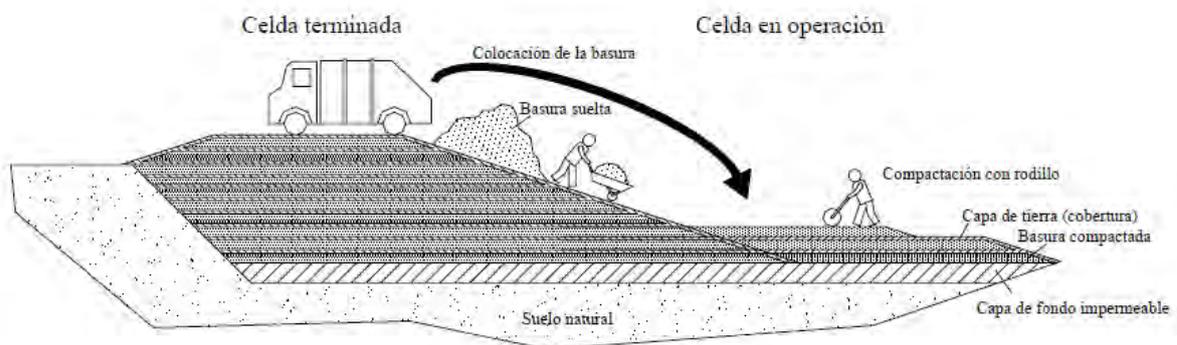
Figura 26 Colocación y compactación de residuos con herramienta manual.

Las capas se deben preparar diariamente y compactar al final de la jornada. Luego, cubrir con tierra u otro material adecuado, para la protección del relleno sanitario contra roedores, insectos y otros animales (gallinas, perros callejeros etc.) e impedir la dispersión de materiales volátiles, polvo y olores. Es muy importante que no quede expuesto ningún desecho.

En regiones con mucha precipitación, la excavación o el transporte diario del material de cobertura puede ser problemático. Como la tierra se satura de humedad, pesa más y es más pegajosa que en la época seca. En tal caso, se recomienda almacenar una cantidad suficiente de material de cobertura en el mismo relleno. Si es posible, se almacena esta tierra sobre una celda ya terminada. Con esto, la distancia de transporte hacia la celda actualmente

operada sería mínima, y el peso de la tierra acumulada ayudaría a compactar más la celda terminada, al mismo tiempo que se disminuye la generación de lixiviado.

En un relleno sanitario manual, la compactación de los residuos depositados y del material de cobertura, se realiza con pisones y rodillos manuales. Para compactar los taludes, el uso del pisón es más recomendable; en tanto que, para superficies horizontales, es mejor utilizar el rodillo manual. La siguiente figura muestra cómo se debe hacer la compactación manual de la capa diaria. Para mejorar la compactación de las celdas, se puede también organizar que pasen los vehículos de recolección sobre las celdas. Para eso, ya se debe haber hecho una buena compactación manual anteriormente. Hay que tener en cuenta que este trabajo no debe realizarse en el periodo lluvioso, puesto que hay peligro que se hundan los vehículos si el terreno es demasiado flojo. El tránsito de los vehículos sobre los residuos se puede facilitar poniendo planchas y palos sobre la celda, como se muestra en la figura 27.



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002.

Figura 27 Tránsito de vehículo sobre la celda terminada.

El tránsito de los vehículos recolectores sobre las celdas terminadas contribuye con su peso a aumentar significativamente la densidad de la celda y, en consecuencia, a minimizar la cantidad de lixiviado.

2) Factores que afectan la compactación

De todo lo anterior se deduce que, entre los factores que influyen la compactación, se encuentran:

a. Tipo y características del equipo o maquinaria

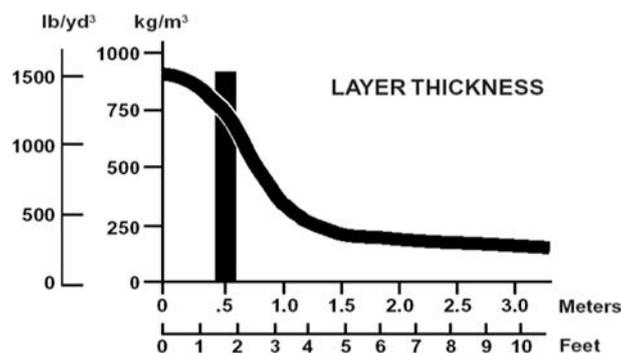
Mientras más pesado el equipo, mejor será la compactación ya que ejerce mayor presión sobre el terreno. Aunque el buldócer hace la función de compactar los residuos, los compactadores, equipos especialmente diseñados para tal fin, obviamente se fabrican con características específicas para lograr un mayor grado de compactación.

b. Composición y humedad de los residuos sólidos descargados

Existen residuos más fácilmente de compactar. Por ejemplo, las ramas de los árboles son difíciles de compactar, al igual que los residuos voluminosos (colchones, neveras, lavadoras, etc.); no así los restos de alimentos.

c. El espesor de la capa de residuos

A mayor grosor/espesor, menor compactación.



Fuente: Presentación "Fundamentos del biogás". Ing. Marcos Elizondo, WCA Waste Corporation. Seminario « Reduciendo las emisiones de metano en el sector residuos » Global Methane Initiative. CNCCMDL. Santiago, mayo 2014

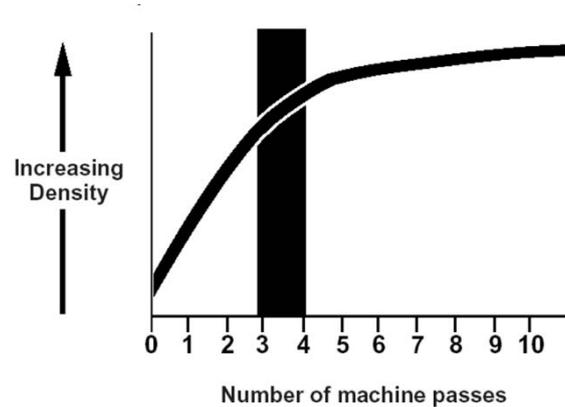
Figura 28 Importancia del espesor de la carga

d. El número de veces que pasa el equipo sobre la capa de residuos

Con un buldócer, a mayor número de pasadas, mayor será la compactación (aumento de la densidad de los residuos depositados). Sin embargo, hay que establecer un balance entre la compactación deseada y el consumo de combustible, pues también mientras más se compacta, más se elevan los costos. La decisión final va a depender de cuál de los dos factores es más limitante en la operación.

Cuando se usa un equipo de compactación propiamente dicho, éste debe pasar por encima de los residuos por lo menos 3 o 4 veces para lograr una compactación adecuada, como se puede apreciar en la figura 29. Por otro lado, a partir de cuatro (4) pasadas, el aumento de la densidad es poco significativa,

como puede observarse.



Fuente: Presentación “Fundamentos del biogás”. Ing. Marcos Elizondo, WCA Waste Corporation.
Seminario « Reduciendo las emisiones de metano en el sector residuos » Global Methane Initiative.
CNCCMDL. Santiago, mayo 2014

Figura 29 Importancia del número de pasadas

e. Pendiente/inclinación del frente de trabajo

Hacia arriba, el factor de compactación es más bajo que en un plano horizontal y esta a su vez menor, que en pendiente hacia abajo. Lo ideal es que los residuos se empujen cuesta abajo, ya que se aumenta el potencial del efecto “cascada” de los residuos, formándose capas más delgadas. Sin embargo, cuando se usa buldócer, hay menor compactación.



Foto 25 Inclínada hacia arriba



Foto 26 Compactación plana

3.2.6 Cobertura intermedia

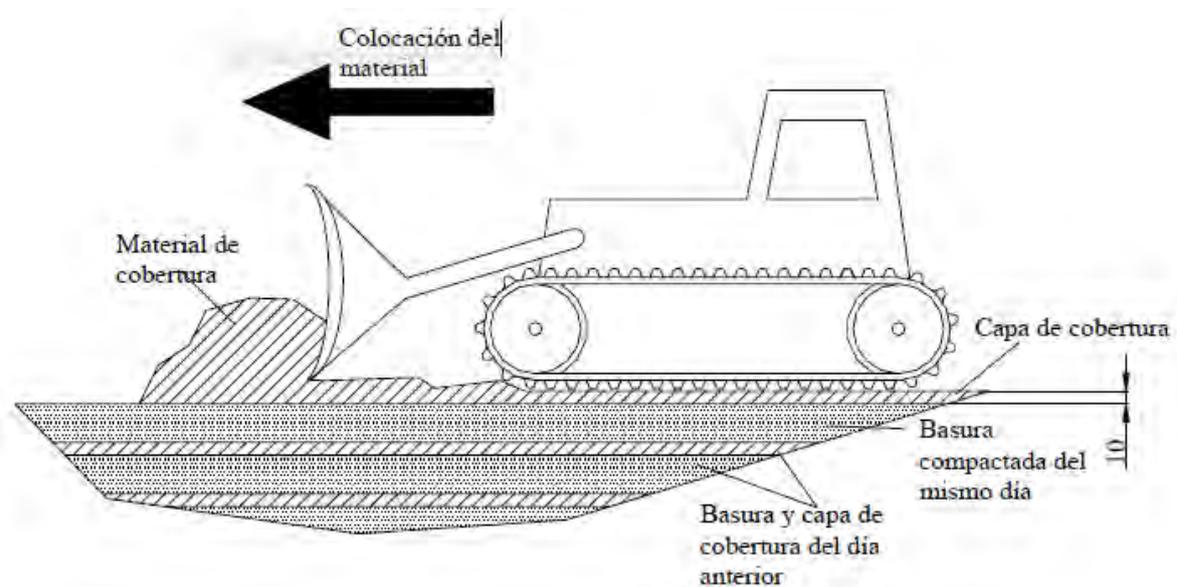
La cobertura se define como la acción de revestir los residuos sólidos con tierra u otro material adecuado, después de que los mismos han sido emparejados y compactados, en la zona ya conformada.

En un relleno sanitario se tienen dos tipos de cobertura: intermedia y final. La cobertura intermedia es la que se realiza durante la operación del SDF, en tanto que la final, se ejecuta al momento de su cierre o clausura. A la cubierta intermedia, también se le denomina **diaria** porque deberá colocarse, tal como su nombre lo indica, de forma continua y antes de las 24 horas posteriores al depósito de los residuos²².

Los objetivos de la cobertura son:

²² Sin embargo, dadas las limitaciones financieras de la mayoría de los ayuntamientos del país y, teniendo en cuenta que el ciclo de la mosca es de 72 horas, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales ha establecido como mínimo aceptable que la cobertura intermedia se realice por lo menos 3 veces por semana.

- Proporcionar protección contra fuegos
- Promover el escurrimiento de agua pluvial
- Reducir la infiltración de agua pluvial
- Mejorar la generación de biogás (crea condiciones anaeróbicas más rápido)
- Reducir los olores
- Proporcionar control de vectores
- Controlar el acceso a los recuperadores de basura
- Controlar los residuos sueltos
- Proporcionar beneficios inmediatos esenciales para la buena operación del sitio.



Fuente: Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador. 2002

Figura 30 Aplicación de cobertura intermedia

La aplicación sucesiva de una capa de suelo sobre una capa de residuos se le denomina “método sándwich”, donde el pan representaría el suelo.

La disponibilidad del material de cobertura en el sitio donde se ubica el relleno es un aspecto clave en la selección del sitio, a fin de disminuir los costos durante la operación.

El material para la cobertura del día será vaciado a volteo en el punto más cercano a la celda del correspondiente día, hasta el cual puedan acceder los

vehículos de transporte. El cargador o tractor se encargará de empujarlo y esparcirlo por toda la superficie que se deba cubrir.



Foto 27 Vaciado del material de cobertura



Foto 28 Cobertura

1) Método y material de cobertura

Los residuos depositados se cubrirán conformando una capa continua y uniforme. Idealmente, el espesor de la cubierta diaria de material deberá ser de al menos 30 cm con el material ya compactado, equivalente a un espesor de aproximadamente 35 centímetros de material en estado suelto. Sin embargo, experiencias llevadas a cabo en países similares a la RD, como es el caso de El Salvador, demuestran que puede aplicarse un mínimo de 15 cm, al igual que en los taludes. Un espesor de 15 – 20 cm ya compactado es adecuado.

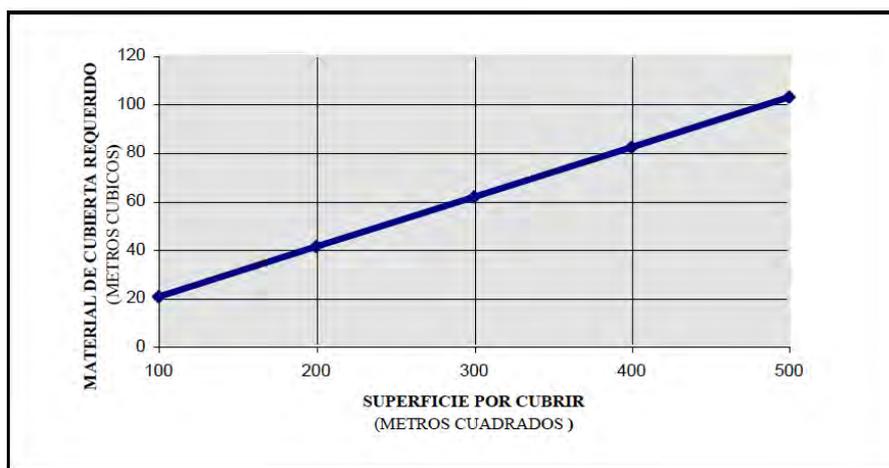
Por otro lado, se encuentra en la literatura que la cantidad necesaria de material de cobertura debe ser entre un 1/4 y 1/3²³ (25 a 33%) de la capa de residuos

²³ Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador.2002. Pág. 99.

enterrada. Teniendo en cuenta los porcentajes indicados, si se entierran 50 m³/día de residuos, se utilizarían 13 - 15 m³ de tierra para la cobertura diaria, en cuyo caso el valor inferior del rango está por debajo de 15 cm.

Vale señalar que el espesor también dependerá del tipo de suelo de donde proviene el material de cobertura. Por otro lado, hay que destacar que independientemente del espesor de la capa aplicada, se debe verificar visualmente el estado final de la cobertura intermedia, a fin de confirmar que el espesor de la capa de cobertura obtenida cumple con su función: control de malos olores, de la presencia de insectos, roedores y aves, de residuos no expuestos y una superficie suficientemente homogénea para permitir fácil escurrimiento del agua de lluvia.

El siguiente gráfico presenta la relación entre la superficie a cubrir y el volumen requerido de material de cobertura.



Fuente: MT Operación de rellenos sanitarios. SEDESOL - Pág. 75

Figura 31 Superficie a cubrir Vs Volumen de material de cobertura

El material de cubierta sobre los taludes podrá tener aún un menor espesor, siempre que cumpla con los criterios indicados anteriormente.

La superficie de la celda quedará conformada con una pendiente del 2 al 3%²⁴, preferiblemente, para facilitar el drenado, en caso de lluvia. Sin embargo, también es aceptable de 1 a 2%²⁵.

²⁴ Equipo de expertos FOCIMIRS. Referencia de Japón.

²⁵ Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales. Ecuador.2002. .

2) Material de cobertura

Los materiales recomendados para servir como cubierta diaria son, dependiendo de su disponibilidad en la zona: tierra, caliche, arcilla, granzote fino, compost, entre otros. Es de suma importancia que la fuente del material esté cerca del sitio.

En caso de rellenos sanitarios manuales, donde haya dificultad para conseguir material de cobertura, se pueden usar lonas, las cuales se colocan al final del día y quitan al día siguiente para continuar la operación. Esto permite que la cobertura intermedia se pueda realizar con una frecuencia menor.

El material de cobertura se puede conseguir del sitio mismo del relleno, si se hace el relleno en forma de trinchera, pues el material excavado sirve como cobertura diaria e incluso se puede utilizar como cobertura final.

En caso de que se construya el relleno sanitario manual por el método de área, hay diferentes posibilidades de suministrar el material de cobertura:

- Si se aprovechan residuos biodegradables produciendo humus, la fracción gruesa del compost se puede utilizar para cubrir los desechos.
- Si el relleno se construye en un terreno inclinado, se puede nivelar el talud y utilizar la tierra sobrante.

La tierra sobrante de excavaciones dentro de la ciudad, se puede acoger en el relleno sanitario. También los residuos de construcción y demolición pueden utilizarse mezclados con tierra para fines de cobertura diaria. .

3.2.7 Prácticas de operación recomendables²⁶

A continuación, se presenta una serie de recomendaciones para lograr una efectiva operación del relleno sanitario:

- No se debe realizar disposición alguna cuando no esté presente un supervisor. El sitio debe ser cerrado cuando no se cuente con el personal suficiente para la prestación del servicio.
- Mantener el menor ancho posible en el frente de trabajo.
- Mantener una separación de **2.5 a 3.0 m** entre los equipos de compactación

²⁶ Tomado de MT Operación de relleno sanitario – SEDESOL, México.

y los vehículos recolectores o de transferencia.

- Todos los residuos recibidos en el relleno deben ser dispuestos sanitariamente y no deberá exceder un periodo de 48 horas después de su ingreso.
- Los residuos deben trabajarse inmediatamente después de ser depositados en el frente de trabajo y no permitir que se acumulen en montículos o que únicamente los residuos se conformen de una a dos veces por día.
- Para asegurar el máximo aprovechamiento de la capacidad del relleno, los residuos deben vaciarse en la base de la celda o rampa de disposición y trabajarse en ese mismo nivel. Este "fondo de descarga" reduce las posibilidades de esparcimiento de papeles debido al viento, permite máxima compactación y mejora el control de los residuos. Otra ventaja es que cuando los residuos están depositados en un área pequeña, también es menor la cantidad de material de cubierta que se utiliza.
- Los residuos deben ser esparcidos en la superficie del frente de trabajo en capas de entre 30 y 90 cm.
- Nunca se debe depositar residuos en el frente de ataque de aquellas áreas, en donde se estén efectuando maniobras de excavación.
- Los residuos esparcidos en el frente de trabajo se deben compactar conforme a los requerimientos de compactación establecidos en el proyecto ejecutivo y en concordancia con el plan de operación (generalmente con un mínimo de cuatro pasadas es suficiente, si la compactación se realiza con tractores de rueda metálica o de cadenas).
- Los residuos son manejados eficientemente, si éstos son esparcidos sobre un talud 3:1, utilizando maquinaria sobre orugas; pero se pueden obtener excelentes resultados en superficies planas, si se trabaja con equipo con ruedas dentadas. Utilizando un talud con determinada pendiente, se favorece el ahorro de material de cubierta, así como un menor tiempo en el extendido y compactado de los residuos. Sin embargo, la pendiente excesiva en los taludes (taludes mayores de 3 :1), se obtiene una menor compactación
- Una vez que se ha cargado, mediante el equipo de movimiento de tierras, una cantidad de material de cubierta, no deberá descargarse en ningún lugar hasta que se defina el lugar en donde se colocará.

- El material de cobertura se debe humedecer lo suficientemente para lograr la compactación adecuada, además para controlar el arrastre del material por efecto del viento. Ahora bien, se debe tener cuidado de dosificar el agua necesaria para lograr el objetivo propuesto; pero se debe tener mucho cuidado de no agregar agua en exceso, debido a que se generan problemas de atascamiento y/o escurrimientos que afectan las propiedades de la cubierta de material generándose problemas operativos.
- Es recomendable remover cualquier acumulación de agua pluvial sobre las superficies rellenas, dentro de un período de 72 horas, después de haber identificado dicho problema.
- Cuando se presentan lluvias de alta intensidad sobre el frente de trabajo, el agua acumulada debe ser bombeada hacia los canales de agua pluvial o fuera del sitio, antes de proceder a la descarga de residuos sólidos.
- Todas las depresiones que aparezcan sobre las superficies ya trabajadas, deben ser rellenadas lo más pronto posible, para evitar la acumulación de agua y de esta forma minimizar la posibilidad de infiltración de agua hacia los estratos inferiores.
- La aceleración de la degradación de los residuos depositados en el relleno, mediante la adición de microorganismos o enzimas con acción específica, solamente tendrá sentido, si se cuenta con un plan bien definido que establezca la ubicación del área designada para este programa, composición del o los aditivos, método, cantidad y frecuencia de aplicación, así como las medidas de seguridad requeridas.
- Si por alguna razón se reciben residuos especiales o industriales (aún siendo no peligrosos), deberán disponerse separadamente de los residuos de origen municipal. No debe haber disposición conjunta.

3.2.8 Precauciones para época de lluvia²⁷

Durante la época de lluvias se presentan los mayores problemas en la operación del relleno sanitario, sobre todo manual, tales como:

- Se dificulta el paso de los vehículos recolectores por encima de las celdas ya conformadas y se pueden presentar atascamientos, debido a la baja

²⁷ Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales – PAHO. 2002

densidad alcanzada con la compactación manual.

- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura y arduo trabajo de conformación de las celdas. Estos factores conducen a un menor rendimiento por parte de los operarios.
- Solo es posible descargar la basura y el material de cobertura sobre la terraza, con lo que quedan retrasadas la conformación y compactación de las celdas. Si no se toman a tiempo medidas adecuadas, los residuos dispersos y la presencia de aves carroñeras deteriorarán la apariencia del relleno.
- Mayor producción de lixiviado.

Por lo tanto, se hace necesario tomar las siguientes previsiones:

- Cubrir total o parcialmente la superficie del relleno sanitario con un techo de palma, plástico u otro material de la zona.
- Reservar algunas áreas en los lugares menos afectados por las lluvias, con accesos conservados para poder operar en las peores condiciones (zonas de emergencia).
- Construir una vía o camino artificial empleando troncos de madera o pequeños residuos de la construcción (escombros).
- Programar el movimiento de tierra para los periodos secos, tanto para la extracción del material de cobertura como para la apertura de trincheras, dejando para la época de lluvias solo el enterramiento de los residuos.
- A manera de rutina, se debe cubrir las celdas con material plástico, a fin de impedir que el agua de las lluvias se infiltre a través de los residuos.
- Reserva de áreas y construcción en altura de las celdas para la operación en periodos de lluvias.
- Mantener áreas de trabajo estrechas, apoyando las celdas sobre el talud del terreno y superponiendo tres o más celdas cerca de la vía interna para que el avance sea más vertical que horizontal.
- Durante uno o varios días a la semana, reforzar la mano de obra con una cuadrilla extra de dos o tres trabajadores, a fin de mantener el relleno en buenas condiciones mientras subsistan los factores adversos.

3.2.9 Pasos y recomendaciones para la construcción de la celda²⁸

Una celda es construida mediante la compactación de residuos sobre una pendiente en capas sucesivas del mismo espesor. Los residuos son depositados al pie del frente de trabajo y empujados sobre el talud. Los pasos adecuados para la construcción de la celda se describen a continuación:

- Descargar los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- Usar estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad. El nivel de la superficie superior de la celda debe ser entre **2 y 5** por ciento, mientras que la altura de celda comúnmente es de aproximadamente **2.4 a 3.5 m**.
- Esparcir los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de 0.30 a 0.60 m de espesor.
- Compactar los residuos sólidos con entre 3 y 5 pasadas sobre el talud.
- Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la cubierta diaria.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de 15 cm. Dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de cubierta, puede requerir un espesor mayor.

Normalmente las dimensiones de la celda están en los planos de diseño del relleno. No obstante, si por alguna razón no se conocen las dimensiones que deberá tener la celda o es necesario modificarlas de manera emergente, algunas recomendaciones útiles son las siguientes:

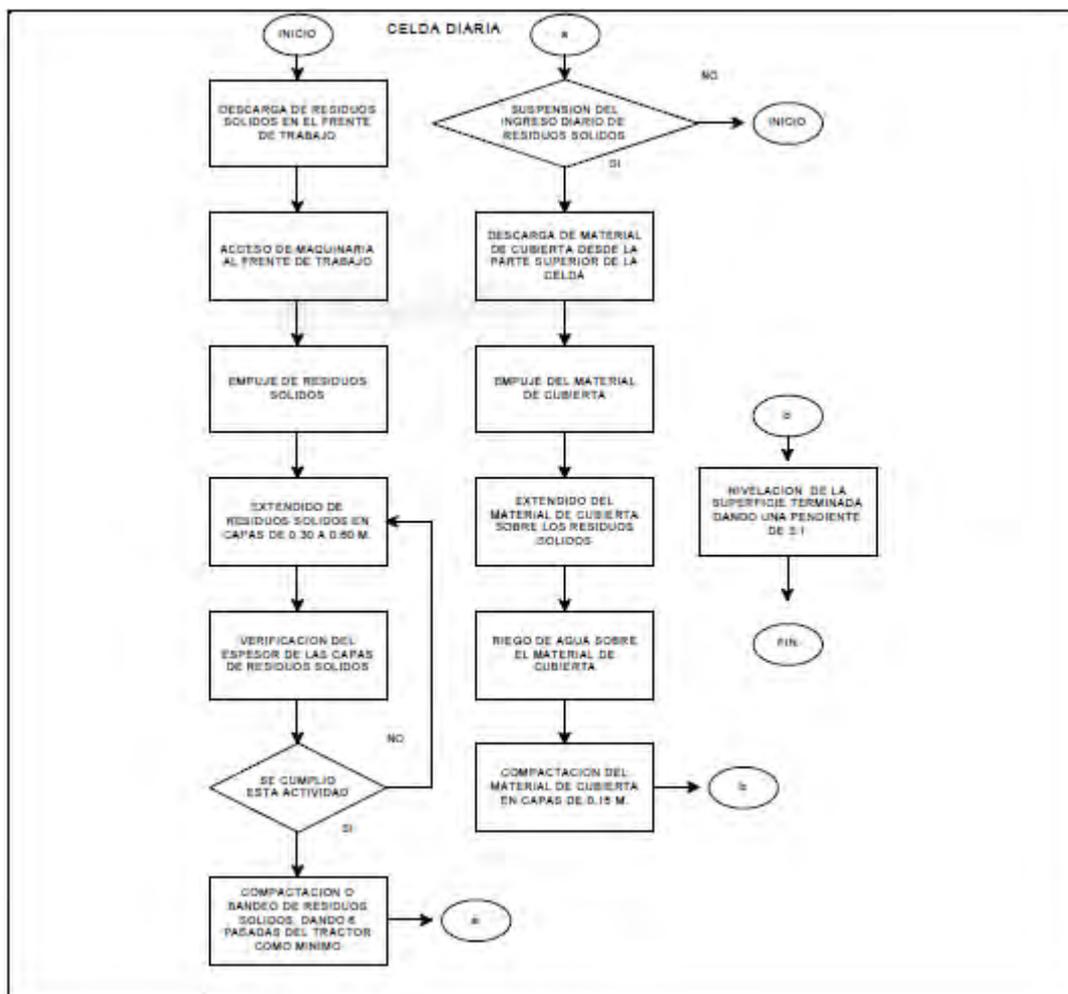
- El ancho del frente de trabajo depende del número de vehículos que transportan residuos al área de operación y la cantidad de equipo disponible para el esparcido y compactación. Por razones de seguridad, el ancho del frente de trabajo no deberá ser reducido a menos de tres veces el ancho de la hoja topadora del equipo utilizado y no debe exceder los 45 m, ya que con dimensiones mayores llega a ser muy difícil de manejar, a menos que haya una gran cantidad de equipo disponible y que su operación sea supervisada estrictamente.

²⁸ Tomado de MT Operación de relleno sanitario – SEDESOL, México.

- En cuanto a la altura adecuada para las celdas no existe regla alguna, sin embargo, algunos diseñadores prefieren 2.5 m. o menos, presumiblemente porque esta altura no causará problemas de asentamientos severos.
- La densidad recomendable para los residuos sólidos de una celda terminada es superior a 600 Kg/m³.

1) Flujo de la operación diaria en un relleno sanitario

La siguiente figura resume la operación diaria de un relleno sanitario. El termino celda diaria se refiere a la franja donde diariamente se colocan los residuos dentro de la celda propiamente dicha. En alguna que otra literatura se habla de celda diaria para referirse a lo que en otra se indica como la franja diaria.



Fuente: MT Operación de rellenos sanitarios. SEDESOL - Pag. 77.

Figura 32 Diagrama de flujo de la operación diaria en un relleno sanitario

3.3 Operaciones complementarias o de apoyo

Las funciones de apoyo durante la fase de operación incluyen:

- Extensión y mantenimiento de los caminos hasta el frente de trabajo del relleno
- Prevención y control de incendios
- Supervisión e inspección

3.3.1 Extensión y mantenimiento de caminos

Durante la operación del sitio, los caminos se van deteriorando por el tránsito de los camiones recolectores, por lo que se hace necesario su acondicionamiento regular. Generalmente la ampliación y el mantenimiento de caminos pueden ser realizadas durante la fase de operación mediante la maquinaria utilizada para el esparcimiento y compactación (buldócer, por ejemplo).

3.3.2 Prevención y control de incendios

Los incendios generan problemas de seguridad, calidad de aire (salud), molestias y daños a la propiedad. En los rellenos sanitarios los incendios pueden ser difíciles de localizar, debido a que en ocasiones se generan en el interior de las celdas y el humo toma la ruta que le permita salir más fácilmente y no hacia la superficie directa sobre su ubicación

1) Tipos de incendios

Los incendios en un relleno sanitario son de 2 tipos: superficial y subterráneo.



(1) Superficial



(2) Subterráneo

Foto 29 Tipos de incendio

Los incendios superficiales, pueden ser provocados por fuentes ajenas al sitio (residuos que llegan con altas temperaturas por dentro o ya encendidos) o por fuentes de sitio (la maquinaria, alguien fumando en la masa de residuos, recicladores, buzos).

Los incendios subterráneos se producen por la Infiltración de aire en la masa de residuos y la presencia de fuego debajo de la superficie. Son difíciles de extinguir, por lo que se hace necesario saber identificar las señales de un incendio subterráneo.

2) Identificación de incendios subterráneos

La presencia en el sitio de las siguientes condiciones indica la existencia de incendios subterráneos.

- Cavidades y hundimientos repentinos
- Grietas
- Orificios de ventilación



Foto 30 Identificación de incendios subterráneos

3) Medidas para la prevención y control de incendios

Los incendios pueden ser controlados de la siguiente manera:

- Compactación efectiva de los residuos para reducir los vacíos y restringir las vías de acceso para el aire.
- Cobertura diaria de los residuos.
- Compactación adecuada del material de cobertura.
- Si el fuego se presenta, tratar de sofocar la combustión impidiendo el acceso del aire (oxígeno) al área incendiada, lo cual generalmente se puede lograr cubriendo con tierra suficiente la zona. No se recomienda aplicar agua.

Entre las medidas de prevención, se encuentran:

Monitoreo de la temperatura interna del relleno: La temperatura normal de un relleno es menor de 55 grados centígrados. Temperaturas mayores son indicios de una situación anormal.

Monitoreo de la composición del biogás: Si la concentración de oxígeno es mayor al 1%, indica que no se está frenando la entrada de aire. Hay que cubrir y compactar mejor.

Se debe conformar y entrenar un equipo para prevención y contingencia de incendios. El equipo será designado dentro del personal de trabajo, el cual en su totalidad debe estar entrenado en el tema

3.3.3 Supervisión e inspección

La supervisión e inspección en un relleno sanitario son actividades para asegurar que la operación se realice de manera óptima y en consecuencia evitar problemas económicos, sociales, técnicos y/o ambientales. Si en el relleno sanitario no se efectúa una buena supervisión y un adecuado mantenimiento, se corre el riesgo de que se convierta de un tiradero a cielo abierto, con sus inconvenientes.

La supervisión se debe entender como la acción de observar un trabajo determinado, con el propósito de que se realice correctamente. Por otro lado, **la inspección** es la acción de observación para confirmar que un determinado trabajo se realizó adecuadamente, una vez terminado.

Las actividades dentro de la **supervisión** son:

- Verificar que se respete el horario de operación. En caso de no respetarse, determinar áreas de descarga para evitar que se haga en lugares no apropiados.
- Hacer visitas aleatorias al lugar donde se lleve a cabo el control de acceso, verificando que se realice adecuadamente, a fin de asegurar que tengan acceso sólo los camiones y personas autorizados.
- Verificar que en el registro de entradas y salidas se anoten los datos requeridos y definidos en el formato.
- Supervisar el control de los residuos sólidos que ingresan al sitio, a fin de asegurar que no se reciban residuos industriales o peligrosos, realizando visitas aleatorias al área de acceso y observar los registros de entradas y salidas.
- Verificar el funcionamiento y la operación de la báscula para camiones, de manera aleatoria, comprobando con un peso de referencia conocido el ajuste correcto de la báscula.
- Vigilar con especial cuidado el procedimiento de pesaje de los vehículos recolectores y los de material de cubierta, para detectar los errores posibles.
- Revisar que los vehículos, al llegar al patio de maniobras, sean orientados para descargar lo más cerca posible al frente de trabajo; y que el patio esté organizado y limpio.
- Verificar que la orientación del tráfico y descarga, en el patio de operaciones, sea la más adecuada para evitar pérdida de tiempo.
- Verificar que se realice un buen mantenimiento de las herramientas, equipos y dotación de implementos de protección de los trabajadores.
- Verificar que el frente de trabajo esté en condiciones operativas en todo momento, aun cuando se presenten lluvias intensas.
- Vigilar que el drenaje en el frente de trabajo sea inmediato y se conduzca al sistema de desagüe.
- En caso de operación nocturna, observar que el frente esté iluminado.
- Revisar que las celdas por construir cada día, sean identificadas por medio de estacas que fijarán los límites de las mismas. Estos límites serán indicados a los operadores de los tractores.
- Vigilar que se compacten correctamente los residuos y el material de

cubierta.

- En caso de requerirse, para el pago de los equipos, ver que se lleve a cabo un registro de horas-máquina efectivas.
- Observar que los camiones no tiren residuos en su tránsito por el relleno sanitario, sino en el frente de trabajo.
- Supervisar que los operadores lleven a cabo la limpieza de sus unidades en la zona destinada para ello, dentro de la misma celda, para no demorar la descarga.
- Verificar la ejecución del programa del uso de la maquinaria, del llenado de celdas y del diseño de frentes de operación, base en el número de vehículos en un tiempo determinado.
- Ver que continuamente se riegue la zona de tránsito con agua tratada, para disminuir las tolvaneras.
- Observar que se rellenen los baches.
- Presentar un informe completo, con conclusiones, de todas las observaciones hechas durante un período determinado de tiempo.

Las actividades de **inspección** son:

- Vigilar constantemente que no existan incendios en el relleno sanitario, en caso de que se presenten, la zona deberá ser considerada como de emergencia y el incendio tendrá que ser controlado y abatido inmediatamente por medio de arena o material de cobertura.
- Verificar que la zona de paso de los vehículos sea lo más firme posible para evitar que se atasquen y obstruyan el acceso al frente de trabajo.
- Observar el buen estado de los caminos interiores y de acceso al relleno sanitario, verificando que se lleve a cabo su limpieza y mantenimiento.
- Verificar que el tamaño, distribución, forma de las celdas y material de cubierta correspondan a lo señalado en el proyecto y las especificaciones, realizando nivelaciones en los caminos de acceso, el piso natural, y las celdas terminadas.
- Observar que no hallan grietas en las celdas.
- Revisar que las vías de acceso, patio de maniobras, redes de drenaje pluvial y superficie terminada del relleno, se mantengan en buenas condiciones operativas.

- Verificar que la báscula adquirida sea lo más adecuada posible a las condiciones del sitio y que su instalación sea conforme a las recomendaciones del fabricante y los ingenieros.

3.4 Operaciones de control y monitoreo ambiental

En la primera parte de este Manual se explicaron los conceptos básicos asociados a la disposición final de residuos sólidos, entre los cuales se abordaron los impactos ambientales de una disposición a cielo abierto y los productos resultantes de la descomposición de los residuos: el biogás y los lixiviados.

3.4.1 Manejo y control del biogás. Usos

Como se indicó en la parte I, el metano es un gas combustible, altamente explosivo y de efecto invernadero, el cual junto al CO₂ es el mayor componente del biogás.

Se pueden utilizar varios tipos de sistemas para controlar las emisiones y la migración del biogás (sistemas activos y pasivos), dependiendo de la cantidad que se genere. Dicho control puede consistir en:

- Su venteo a la atmósfera
- Combustión en pebeteros o quemadores
- Incineración
- Recuperación como fuente alterna de energía

Estas opciones permiten:

- Minimizar los impactos ambientales potenciales
- Controlar su migración fuera del sitio
- Controlar los olores
- Cumplir con la legislación

La emigración del biogás hacia zonas no controladas durante la operación del relleno puede detectarse de la siguiente forma:

- Percibiendo su olor característico.
- Revisando fracturas o grietas de la cobertura mediante un exposímetro.

- Observando incendios o desprendimiento de vapores entre las celdas, así como en zonas circundantes.
- Muestreando sitio donde se sospeche que hay emigración de biogás

Los quemadores y venteos son instalaciones sencillas de tubo colocado dentro del estrato de residuos sólidos para permitir el venteo del biogás a la atmósfera.

1) Sistemas de captura del biogás

Para la captura del biogás en un relleno sanitario se instalan sistemas de captación.

Los elementos de un sistema de captura del biogás son:

- Puntos de captura del biogás
- Pozos verticales de extracción
- Colectores horizontales
- Conexiones a los pozos de venteo existentes, tuberías de limpieza del sistema de lixiviados, etc.
- Pozos y equipo de monitoreo
- Red de tuberías interconectadas
- Manejo del condensado
- Estación de succión/combustión del biogás (antorcha, motor, etc.)

El método más común utilizado para la captura del biogás consiste en la instalación de pozos verticales de extracción. Se instalan en áreas de disposición existentes o en operación. La profundidad ideal de los residuos es > 10 metros. Se instalan 2 metros por encima de la base del relleno. También hay pozos horizontales



Foto 31 Pozos verticales de extracción



Foto 32 Pozos horizontales de extracción.

Los pozos de monitoreo del biogás son estructuras que se construyen principalmente en las zonas circundantes al sitio, con el fin de evaluar y detectar el biogás acumulado en tres estratos del suelo.

El uso del biogás como combustible depende de la concentración de metano presente. Las opciones de utilización del biogás son:

Combustible de Poder Calorífico Mediano: Utilizado directamente o con poco tratamiento para uso comercial, institucional e industrial para abastecer calentadores de agua, hornos, secadores de agregados, incineradores de residuos e invernaderos. Típicamente contiene 50 % de metano. También se usa como combustible en la evaporación de lixiviado, reduciendo costos de tratamiento.

Combustible de Poder Calorífico Alto. El biogás es purificado a niveles del 92 a 99 por ciento de metano, removiendo el dióxido de carbono. Uso final como Gas Natural o Gas Natural Comprimido.

Generación de energía eléctrica: Utilizado como combustible para generadores de combustión interna y turbinas para la generación de energía y luego ser suministrada a la red. Cada megavatio generado requiere 615 m³/h de biogás que equivale anualmente a: la siembra de 4,900 hectáreas de árboles o eliminación de las emisiones de CO₂ de 9,000 autos; prevención del uso de 99,000 barriles de petróleo, o prevenir el uso de 200 vagones de carbón; proveer electricidad a 650 hogares²⁹.

También es utilizado como combustible para uso doméstico, combustible para vehículos y en la producción de metanol.

En todos los casos se requiere cierto grado de procesamiento antes de poder utilizar el biogás. Las compañías que instalan sistemas de recuperación de biogás indican que para un proyecto sea económicamente viable a gran escala se deben reunir las siguientes condiciones:

- El relleno debe contener como mínimo 1'000,000 de ton. Mientras mayor sea el contenido orgánico es mejor.
- El sitio debe estar en operación o tener cinco años de haber cerrado.
- El espesor de los estratos de residuos sólidos debe ser como mínimo de 12 m.
- El material de cobertura es necesario que sea impermeable para reducir el movimiento del biogás.

2) Calidad del Biogás para su Uso

Las concentraciones del biogás fluctúan entre el 50 - 55% para el metano y 45 - 50%³⁰ para el dióxido de carbono. Lo cual equivale a un valor energético del biogás entre 4.5 y 5.0 kilocalorías por m³. Los gases con este valor energético se llaman gases de calidad media. Los contaminantes presentes en el biogás pueden causar corrosión, abrasión y desgaste excesivo de las cámaras de combustión.

El biogás puede tratarse para remover las impurezas y mejorarlo hasta obtener

²⁹ Fuente: Presentación "Fundamentos del biogás", Ing. José Luis Dávila. SCS Engineers. Seminario « Reduciendo las emisiones de metano en el sector residuos » Global Methane Initiative. CNCCMDL. Santiago, mayo 2014

³⁰ Ídem

9 kilocalorías por m³.

3.4.2 Manejo de lixiviados

Cuando el agua pasa (percola) a través de la masa de residuos, remueve algo de los sólidos. A esta agua y lo que contiene se llama lixiviado. El lixiviado es de aspecto desagradable, comúnmente tiene mal olor y puede contaminar las aguas subterráneas y superficiales. Contiene materia orgánica e inorgánica. Algunos de estos materiales son tóxicos a los humanos y los animales. Esto significa que el lixiviado se debe mantener alejado de lagos y corrientes, así como del agua subterránea que puede consumir la gente.



Foto 33 Brote de lixiviado

La cantidad de producción de lixiviados se puede prevenir:

- Manteniendo los líquidos fuera de la masa de residuos
- Manteniendo el agua de lluvia fuera del relleno

El costo de prevenir la generación de lixiviado es menor que el costo de tratar los lixiviados. Para evitar/minimizar la infiltración de agua de lluvia en la masa de residuos y se convierta en lixiviado, se pueden aplicar las siguientes medidas:

- Mejorar los controles de escurrimientos de agua en las áreas alrededor del frente de trabajo.
- Mantener la cubierta intermedia y final
- Evitar el encharcamiento sobre los residuos

- Mantener la cubierta vegetal (celda terminada)
- Reparar las erosiones

La legislación (en países desarrollados) requiere que los lixiviados que hayan sido generados, se recolecten y traten para su disposición final. Este requerimiento dio como resultado la exigencia de dos o más capas de impermeabilización en el fondo de los rellenos. En un sistema de doble capa impermeable se requiere también de un sistema de detección de fugas. Un relleno diseñado y construido con doble capa impermeable tiene una muy baja probabilidad de que el lixiviado pueda escapar, pero siempre existe el riesgo.

Las tecnologías para el tratamiento de lixiviados pueden clasificarse de manera general en dos categorías: biológica y fisicoquímica. El costo de tratamiento es elevado. La selección del proceso de tratamiento depende de la caracterización final del lixiviado y de las exigencias de la normativa ambiental. Hay varias opciones de tratamiento de lixiviados. Las opciones de disposición caen en cualquiera de las cuatro categorías siguientes:

- Descarga directa a un cuerpo receptor de aguas (no recomendada).
- Descarga a una planta de tratamiento pública.
- Recirculación al relleno.
- Aplicación o tratamiento sobre el suelo.

1) Recirculación del Lixiviado

El tratamiento de lixiviados puede ser complementado por la recirculación de ese lixiviado de regreso al interior de las celdas del relleno. Esta técnica también tiene el beneficio de acelerar la estabilización de los materiales orgánicos presentes. El uso de la recirculación no elimina la necesidad final de tratamiento. Eventualmente, el lixiviado en exceso tendrá que ser removido y tratado.

Se pueden utilizar tres diferentes tipos de sistemas de recirculación de lixiviados: irrigación por aspersión, flujo superficial e irrigación por inyección.

En la mayoría de nuestros países, el método de tratamiento-disposición es la acumulación en una laguna y su recirculación a la masa del relleno.



Foto 34 Recirculación de lixiviado en la masa de residuos

3.4.3 Manejo y control de aguas pluviales

El Agua de lluvia:

- Puede convertirse en lixiviado.
- Causa dificultades en la operación del equipo
- Aumenta los costos de operación del relleno sanitario.

El objetivo del manejo y control de las aguas pluviales es evitar el flujo de las aguas lluvias hacia el sitio, desde las áreas aledañas y reducir la cantidad de lixiviados que se generan dentro del relleno sanitario. Es necesario la desviación y drenaje de aguas superficiales/escorrentía. Se utilizan distintas medidas para el control de las aguas pluviales:

- Zanjas
- Paredes de tierra
- Pendientes/Nivelaciones
- Alcantarillas
- Control de la erosión
- Cubierta vegetal



Foto 35 Alcantarrilla de aguas pluviales en un relleno sanitario



Foto 36 Retención de aguas pluviales en un relleno sanitario

3.4.4 Control de impactos ambientales visibles inmediatos

El control de impactos visibles inmediatos se refiere al control de polvo, olores, ruido, insectos, roedores y aves.

1) Polvo

Dentro de las medidas de control para polvos, se incluyen:

- Caminos: En caminos transitables en toda época del año (asfaltados) únicamente dar mantenimiento permanente. En caminos de no asfaltados, humedecer el suelo. También se puede aplicar cloruro de calcio en proporción de 220 a 450 gramos por metro cuadrado sobre el suelo previamente humedecido con agua (más del 30 % de humedad).
- Actividades de movimiento de tierras: no existen controles específicos que

regulen esta actividad para reducir los posibles impactos fuera del sitio.

- Depósito, esparcido, compactación y cobertura de residuos: mojar las áreas de trabajo para reducir el impacto hacia el exterior del sitio durante condiciones de remolinos o de fuertes vientos
- Viento: Actúa en la cubierta final y en áreas aparentemente terminadas. Para su control se recomienda plantar árboles que sirvan como una barrera, con el propósito de reducir su velocidad (también reduce la visibilidad del sitio).

2) Olores

Los olores normalmente son estacionales por naturaleza y pueden ser controlados a través de:

- La colocación de una cubierta sobre aquellos residuos que han alcanzado un estado avanzado de descomposición; si éstos requieren un manejo especial, se recomienda descargarlos y cubrirlos inmediatamente. El plan de control en las áreas de trabajo dependerá de la dirección del viento. Finalmente, es posible el uso de sustancias químicas para enmascarar los olores en casos especiales. Sin embargo, este método es muy caro y no siempre el más efectivo.
- El adecuado venteo del biogás.
- La recolección, minimización y tratamiento de lixiviados.

3) Ruido

El ruido puede ser controlado mediante:

- El adecuado manejo de las fases de operación para crear una zona o barrera de amortiguamiento entre la fuente y el receptor.
- Mantenimiento adecuado del equipo.
- Regular las horas de operación de tal forma que sean compatibles con los usos del suelo adyacente.
- Distancias apropiadas.

4) Insectos y roedores

Los insectos básicamente incluyen moscas y mosquitos, aunque no solamente a éstos. Los problemas potenciales de insectos son principalmente la transmisión de enfermedades, mala imagen y molestias a los habitantes

cercanos. El control de insectos puede ser realizado por:

- La cobertura oportuna de los residuos, para poner fuera de su alcance el alimento, el refugio y las áreas para su reproducción.
- Aplicación de soluciones insecticidas, sobre los residuos descargados en el frente de trabajo.

En cuanto a los roedores:

- La cobertura oportuna de los residuos, para poner fuera de su alcance el alimento, el refugio y las áreas para su reproducción.
- Aplicación de plaguicidas sobre los residuos descargados en el frente de trabajo.

5) Aves

Las gaviotas frecuentemente usan los rellenos sanitarios como una fuente de alimento. Su presencia constituye un riesgo para las aeronaves que vuelan en el espacio aéreo del relleno y una fuente de contaminación para las aguas superficiales.

El control de aves es muy difícil. Algunas de éstas podrían pertenecer a especies protegidas o en peligro de extinción y por ello necesitarse permisos especiales si se pretende establecer un programa de eliminación.

Un método exitoso en el control de aves es el uso de cuerdas elevadas sobre el relleno, las cuales causan interferencia en el sistema de radar de las gaviotas y otros pájaros. Otros métodos para el control de aves que han sido usados con diferentes grados de éxito, se listan a continuación:

- La cobertura oportuna de los residuos.
- Sistemas de emisión de ruidos.
- Uso de venenos y cebos.
- Emisión de grabaciones con sonidos de aves en situación de peligro.

3.4.5 Monitoreo ambiental

Los sistemas de monitoreo se utilizan para identificar los posibles impactos del relleno sanitario hacia el ambiente. Por tal motivo es muy importante darle el mantenimiento necesario.

1) Monitoreo de las aguas subterráneas

Uno de los riesgos potenciales de mayor magnitud que pueden derivarse de un sitio de disposición final, es la fuga y migración de lixiviados hacia los cuerpos de agua subterráneas.

En cada relleno es necesario controlar la contaminación de las aguas lixiviadas y el impacto sobre **la calidad de las aguas subterráneas**. Se recomienda realizar el análisis en tres sitios diferentes, perforando con barreno hasta el nivel de la primera capa freática. Es también posible abrir pozos de supervisión durante la construcción del relleno. Dependiendo del carácter del relleno, se debería realizar este tipo de análisis entre 1 y 4 veces por año durante la operación del relleno y 1 vez por año durante los primeros 5 años después del cierre del relleno. El muestreo debe realizarse por lo menos 2V al año, de acuerdo a la normativa dominicana. La norma de referencia es “Calidad de Aguas Subterráneas y Descargas al Subsuelo”.

La finalidad del monitoreo del agua subterránea es:

- Verificar si el sistema de revestimiento y/o capa impermeable del sitio de disposición está funcionando adecuadamente (no hay fugas de lixiviado).
- Verificar el grado de propagación de las sustancias dañinas contenidas en el flujo de lixiviados hacia las aguas subterráneas.
- Verificar el grado de contaminación del entorno en caso de falla en el sistema de revestimiento y/o capa impermeable.

Existen algunos casos donde no es necesario el análisis de las aguas subterráneas³¹:

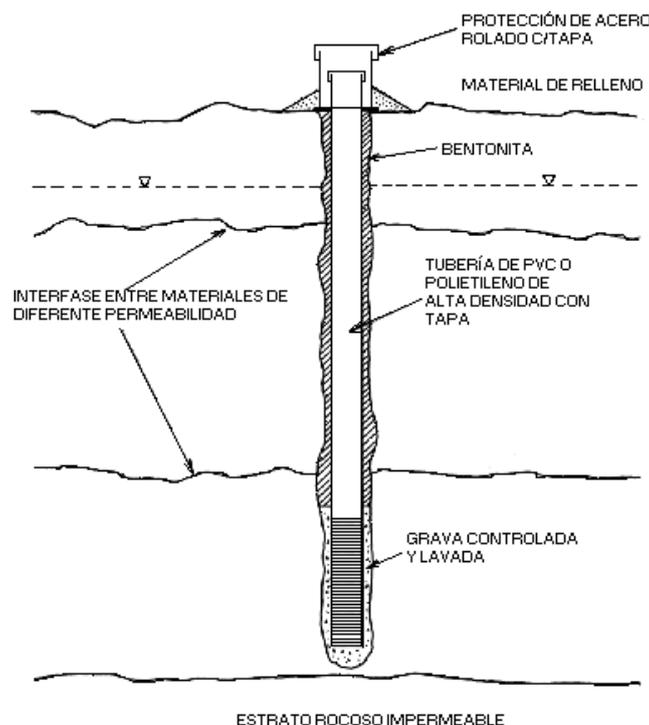
- Sitios donde la primera capa freática es muy baja (más de 40 m bajo la capa de fondo del relleno).
- Sitios con una barrera geológica impermeable
- Regiones áridas con menos de 300 mm de lluvia anuales
- Rellenos pequeños y muy pequeños donde no se disponen desechos peligrosos de procedencia industrial.

Se recomienda hacer el análisis de las aguas subterráneas minuciosamente en

³¹ Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios manuales. Ecuador, 2002. Pág. 105

las siguientes situaciones³²:

- Rellenos con un nivel freático muy alto (3 m o menos bajo la capa de fondo del relleno).
- Si existe una captación de agua (para riego o suministro de agua potable) en la misma cuenca del relleno y a nivel más bajo del relleno.
- Rellenos grandes y muy grandes
- Rellenos cerca de barrios donde se suministra el agua por pozos (aquí se pueden tomar las pruebas de los pozos más cercanos, con el fin de bajar los costos)
- Rellenos medianos y grandes con la capa impermeable de fondo mal construida.
- Rellenos contruidos en terreno arenoso u otro terreno muy permeable



Fuente: MT Operación Relleno Sanitario. SEDESOL, México.

Figura 33 Esquema de un pozo para monitoreo de aguas subterráneas

2) Monitoreo de las aguas superficiales

Las aguas superficiales aledañas, también podrían resultar afectadas por los lixiviados, por lo que el monitoreo de la **calidad del agua superficial** debe ser un componente de rutina, cuando se sabe o se sospecha que el lixiviado está

³² Diseño, construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios manuales. Ecuador, 2002. Pág. 105

impactando las aguas superficiales de los alrededores o cuando se tiene alguna preocupación fundada sobre la calidad del agua subterránea. El costo podría resultar muy elevado para municipios pequeños y medianos. Se recomienda hacer los análisis no obstante el costo, en los siguientes casos:

- El relleno se encuentra en una zona protegida. Vale aclarar que en RD está prohibido la instalación de rellenos sanitarios en áreas protegidas.
- Las aguas tratadas se vierten en un medio receptor muy susceptible (río con caudal muy bajo, río habitado por especies acuáticas endémicas, ecosistemas acuáticos susceptibles etc.)
- El medio receptor sirve para suministro de agua potable o para riego
- El relleno recibe también desechos peligrosos de procedencia industrial.

3) Monitoreo del aire

Es importante evaluar la calidad del aire durante mediciones semestrales los dos primeros años de la clausura y posteriormente con una medición anual será suficiente. Durante el transporte de los residuos al SDF, en caminos no asfaltados, se tomarán las medidas requeridas para minimizar la generación de polvo y los impactos negativos derivados a las poblaciones cercanas.

4) Monitoreo de asentamientos y hundimiento del terreno

Con el paso del tiempo los residuos sólidos sufren transformaciones debido a la actividad microbiana, descomponiéndose en gases y lixiviados. Este proceso propicia asentamientos diferenciales y hundimientos, causando la desestabilización del terreno.

Los asentamientos diferenciales ocasionan depresiones en la superficie del terreno, donde se acumula el agua, dando lugar a la entrada de la misma y a la generación de lixiviado. Por tal motivo es necesario su monitoreo. Esa situación debe evitarse, nivelando al terreno para un buen drenaje.

3.5 Administración y control de costos

Por último, no se puede olvidar que todas las operaciones que implican el funcionamiento adecuado de SDF no podrían realizarse eficiente y eficazmente sin una buena administración y el control de los costos involucrados. La coordinación efectiva de todas las actividades y del personal que las realiza es una tarea de suma importancia. Por otro lado, el control de los costos del

manejo del relleno es una tarea que requiere un seguimiento minucioso, a fin de garantizar la sostenibilidad financiera de la operación en el tiempo.

A modo de ejemplo, se presentan aspectos de la gestión administrativa de la Mancomunidad de ASINORLU en El Salvador³³.

³³ Tomado de la presentación realizada por Hugo Guerrero, gerente de ASINORLU, a miembros del equipo FOCIMIRS, en la visita de junio del 2014.

Tabla 8 Aspectos de la gestión administrativa de ASINORLU

EL RELLENO SANITARIO DE ASINORLU Aspectos Financieros	
Costo por Tonelada dispuestas	<ul style="list-style-type: none"> • \$28 - \$ 35 dólares a no socios (fracción de ton) • \$23 dólares a municipalidades ASINORLU • \$ 17 dólares a Santa Rosa de Lima (CM)
Costo Ton/tratada para ASINORLU	• \$ 18.75 cada tonelada (Dic. 2013)
Legalidad de Cobro	<ul style="list-style-type: none"> • Contrato anual con municipalidades no socias • Acuerdo de Junta Directiva por pago de servicios y sostenibilidad
Custodia de Fondos	• Depósitos y remesas a cuentas de ASINORLU en sistema financiero local
Manejo de fondos	• Chequeras con firmas A, B, y C autorizadas , manejadas por el Presidente, el tesorero y eventualmente un director de la JD respectivamente
Auditorias Financieras	<ul style="list-style-type: none"> • Corte de Cuentas de la República • Auditorias Interna Municipal • Auditoria de cooperación externa

Tabla 9 Control de monitoreo ambiental

EL RELLENO SANITARIO DE ASINORLU	
MANEJO DE LIXIVIADOS	• 2304 M ³ (Máximos en invierno , hasta 904 m ³ en época seca), aplicando recirculación para captura de sólidos suspendidos , laguna de lixiviación y evaporación natural
COBERTURA	<ul style="list-style-type: none"> • 60 cm aproximados de espesor de desechos en celdas diarias • 15 cm de material de cobertura diario**
PUNTOS DE MONITOREO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS	• 6 Puntos ubicados en el sitio y registrados en el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
INSPETORIA AMBIENTAL	• 2 veces al mes por el MARN
INSPECTORIA SANITARIA	• 1 vez al mes MSPAS
INFORME DE OPERACIONES	• 1 Informe anual al MARN por el titular del proyecto; elaborado por la UTI

CONCLUSIONES

En el país en cada jurisdicción municipal o distrital existe un terreno dedicado al depósito incontrolado de los residuos sólidos generados, afectando la salud de las poblaciones aledañas, degradando la calidad ambiental y deteriorando los recursos.

En contraposición a un botadero incontrolado o semicontrolado, un relleno sanitario o vertedero controlado protege la salud pública y el medio ambiente.

Como ha podido observarse a lo largo de todo este Manual, son muchos los pasos, y no poco complejos, que deben seguirse para una correcta selección del lugar y planificación de un SDF, así como para un adecuado diseño, construcción y operación del mismo. Se necesitan recursos técnicos especializados y abundancia de recursos financieros. De ambos, hay grandes carencias en las municipalidades.

Los costos iniciales y operacionales de un relleno sanitario son elevados en todas partes del mundo, de ahí que resulte bastante difícil que un municipio en particular pueda llevar a cabo un proyecto de tal envergadura, salvo casos excepcionales. Incluso en los países desarrollados, se han buscado alternativas que permitan a los municipios cumplir con una de sus principales atribuciones: el manejo de los residuos sólidos desde su generación hasta su disposición final segura. Una de ellas ha sido la creación de fondos especiales por parte del estado central para la construcción de tales infraestructuras, bajo la premisa de la asociación intermunicipal, mejor conocida aquí como “mancomunidad” y con la participación del sector privado.

He ahí una gran oportunidad de alianza entre el gobierno central, las autoridades locales y empresas privadas para dotar al país de las instalaciones requeridas para terminar con los más de 350 vertederos existentes en República Dominicana.

BIBLIOGRAFIA

- Guía Para El Diseño, Construcción Y Operación De Rellenos Sanitarios Manuales. Jorge Jaramillo, Universidad De Antioquia, Colombia. Cepis – Ops, 2002
- “Lineamientos Para La Formulacion De Un Plan De Manejo Integral De Los Desechos Solidos (Mids) Para Municipios De El Salvador”. Promades. Febrero 2009.
- Diseño, Construcción, Operación Y Cierre De Rellenos Sanitarios Municipales. Eva Röben. Loja, Ecuador. 2002.
- Operación Y Monitoreo De Sitios De Disposición Final – Material De Apoyo Elaborado Por Max Da Silva Para El Diplomado “Diseño, Construcción Y Operación De Sdf”, Organizado Por El Ministerio De Medio Ambiente Y Recursos Naturales Con El Aval De La Unphu. 2014
- Plan Maestro Para Manejo Integral De Los Residuos Sólidos En La Mancomunidad De Ayuntamientos Del Gran Santo Domingo. Jica-Bid -Nippon Koe. Santo Domingo, 2012.
- Manual Para La Operación De Rellenos Sanitarios. Sedesol. México.
- Guía Para El Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento Y Cierre De Relleno Sanitario Manual. Ministerio Del Ambiente -Minam. Perú, 2008.
- Guía De Operaciones. Grupo De Trabajo Sobre Rellenos Sanitarios. Iswma. Enero 2010.
- “El Estudio Del Plan De Manejo Integrado De Desechos Sólidos En El Distrito Nacional, Santo Domingo De Guzmán, República Dominicana”. Jica/Adn (2005)
- Plan Maestro Para Manejo Integral De Los Residuos Sólidos En La Mancomunidad De Ayuntamientos Del Gran Santo Domingo. Bid. 2011 – 2013.
- Informe De La Evaluación Regional Del Manejo De Residuos Sólidos Urbanos En Alc. Bid. 2010



Ministerio de
Medio Ambiente
y Recursos Naturales



Entrenamiento sobre la operación del Sitio de Disposición Final en Azua



Mayo 2017



@AmbienteRD

1. Introducción

- MANCOM fue establecida para implementar un Manejo de Residuos Sólidos sostenible.
- Bajo estas condiciones, JICA decidió otorgar un Soporte adicional, especialmente para el seguimiento a MANCOM. Este consistió en:
 - 1) Donación de equipos
 - 2) Entrenamiento Operativo para el vertedero actual.



www.ambiente.gob.do

2



@AmbienteRD

1. Introducción

1) Donación de equipos



www.ambiente.gob.do

3



@AmbienteRD

2. Objetivo del Entrenamiento Operativo

- Durante el Entrenamiento Operativo -

- **Obtener conocimientos** sobre el manejo de un Relleno Sanitario.
- **Implementar y experimentar** actividades en el sitio por el mismo personal de MANCOM.

- Después del Entrenamiento Operativo-

- **Continuar** manejando el relleno sanitario.
- **Compartir** conocimiento y experiencia con otras Mancomunidades.



www.ambiente.gob.do

4

3. Esquema del Entrenamiento Operativo

- 1) VERIFICAR las condiciones actuales.
- 2) APRENDER aspectos técnicos.
- 3) IMPLEMENTAR la operación (con los expertos de JICA)
 - ✓ Construcción de una celda para relleno sanitario.
 - ✓ Transferir residuos ya recibidos en el sitio.
 - ✓ Conformación del Relleno sanitario.
- 4) IMPLEMENTAR la operación (por MANCOM)
- 5) COMPARTIR conocimiento y experiencia.



4. Condiciones encontradas (1)



- ✓ Hay un camino de acceso con una distancia aproximada de 1,8 km entre la carretera nacional y la entrada del sitio de vertido.
- ✓ Hay residuos vertidos en todo el camino de acceso.



4. Condiciones encontradas (2)



- ✓ El área del vertedero pertenece a un área protegida comprendida por: el Parque Nacional Francisco Caamaño Deñó y la Reserva Forestal de Hatillo.
- ✓ La mayor parte del vertedero se encuentra diseminado en el área del Parque Nacional.
- ✓ La mitad sur se disemina en el área de la Reserva forestal.
- ✓ El área de entrenamiento seleccionada fue la que pertenece al Parque Nacional (**No** a la Reserva forestal).



4. Condiciones encontradas (3)



- ✓ Parte de los terrenos son propiedad del Estado y otros privados.



El área para el entrenamiento debía ser el área que pertenece al Estado



4. Condiciones encontradas (4)



- ✓ Se encontraron residuos espaciados en toda el área.
- ✓ El volumen estimado de residuos depositados es de aproximadamente 50,000 m³.



4. Condiciones encontradas (5)



La Celda No .1 Fue completada durante el entrenamiento en la operación por el Equipo de Expertos de JICA.

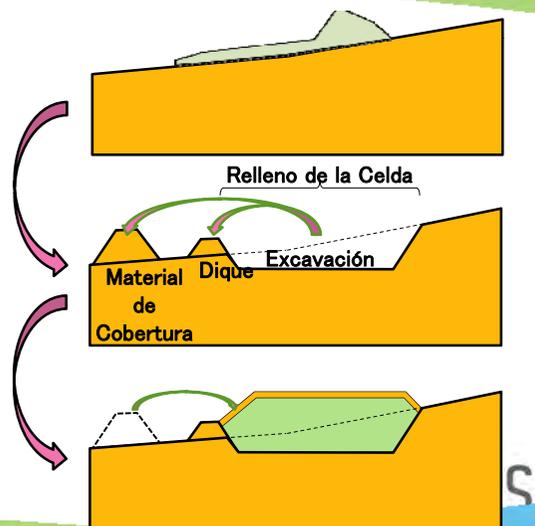
La Celda No .2 Está siendo construída por MANCOM.

4. Condiciones encontradas (6)

Imagen de la Operación

CASO-1

- ① Condición actual.
- ② Inicio de operación de relleno.
- ③ Término de operación del relleno.

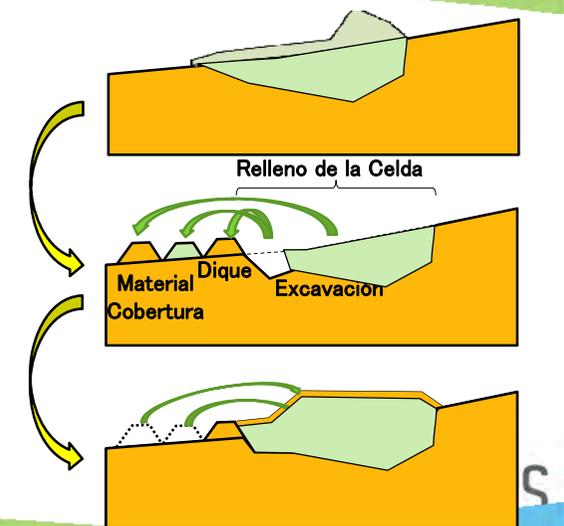


5. Entrenamiento en el Sitio (1)

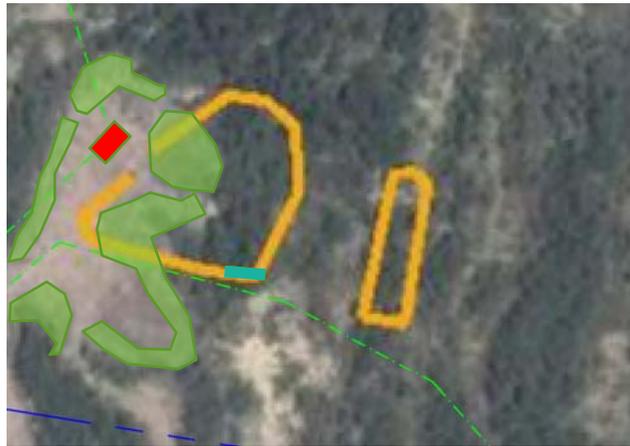
Imagen de la Operación

CASO-2

- ① Condición actual.
- ② Inicio de operación de relleno.
- ③ Término de operación del relleno.



5. Entrenamiento en el Sitio (2)



5. Entrenamiento en el Sitio (3)



Paso:

- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.

5. Entrenamiento en el Sitio (4)



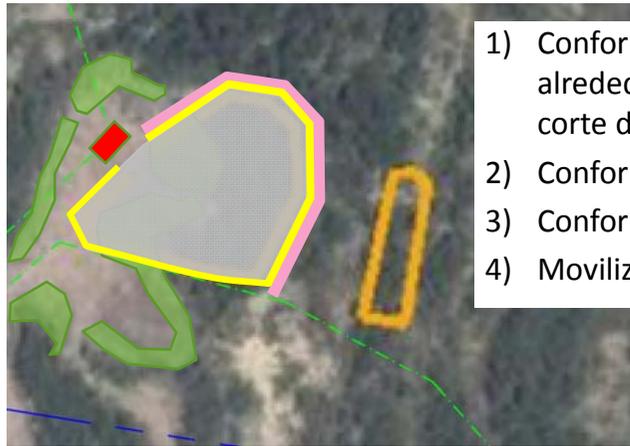
- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.
- 2) Conformar Dique -1

5. Entrenamiento en el Sitio (5)



- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.
- 2) Conformar Dique -1
- 3) Conformar Dique -2

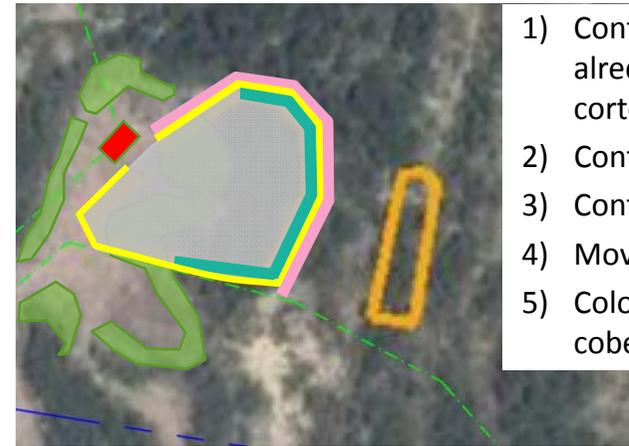
5. Entrenamiento en el Sitio (6)



- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.
- 2) Conformar Dique -1
- 3) Conformar Dique -2
- 4) Movilizar residuos



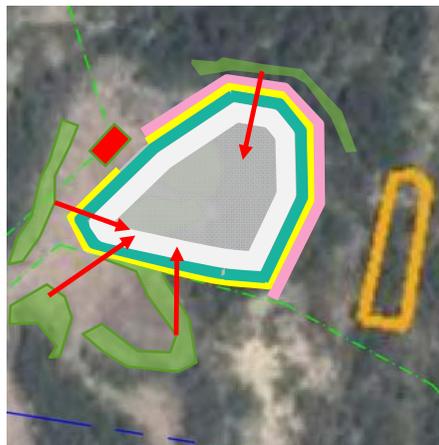
5. Entrenamiento en el Sitio (7)



- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.
- 2) Conformar Dique -1
- 3) Conformar Dique -2
- 4) Movilizar residuos
- 5) Colocar material de cobertura.



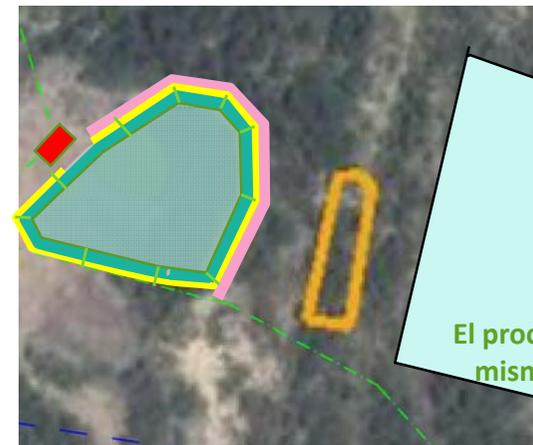
5. Entrenamiento en el Sitio (8)



- 1) Conformar Camino alrededor de la celda y corte de árboles.
- 2) Conformar Dique -1
- 3) Conformar Dique -2
- 4) Movilizar residuos
- 5) Colocar material de cobertura.
- 6) Movilizar los residuos a una segunda terraza/nivel.



5. Entrenamiento en el Sitio (9)



Una vez realizado lo anterior:

- 1) Instalación de Drenaje y material de cobertura
- 2) Construcción de la Celda No.02.

El proceso constructivo es el mismo de la Celda No.01

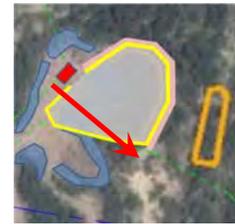


6. Registro fotográfico (1)

Fotos tomadas durante el entrenamiento operativo



6. Registro fotográfico (2)



6. Registro fotográfico (3)



6. Registro fotográfico (4)



6. Registro fotográfico (5)



FOCIMIRS

6. Registro fotográfico (6)

Fotos tomadas luego del entrenamiento operativo

FOCIMIRS

6. Registro fotográfico (7)



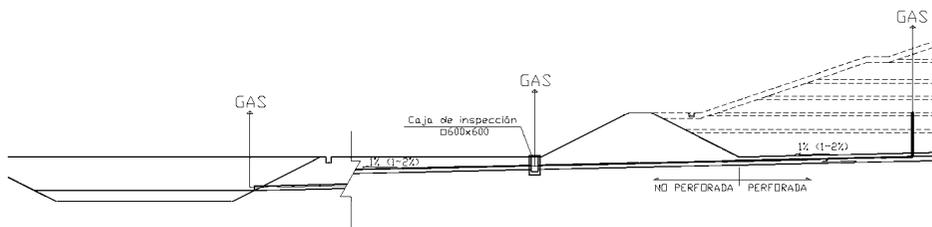
FOCIMIRS

6. Registro fotográfico (8)

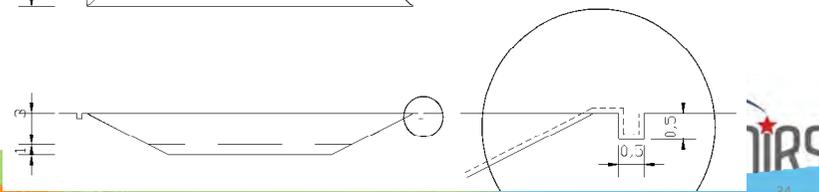
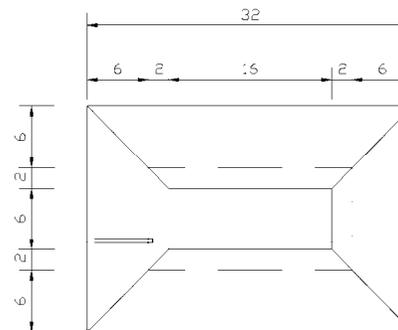


FOCIMIRS

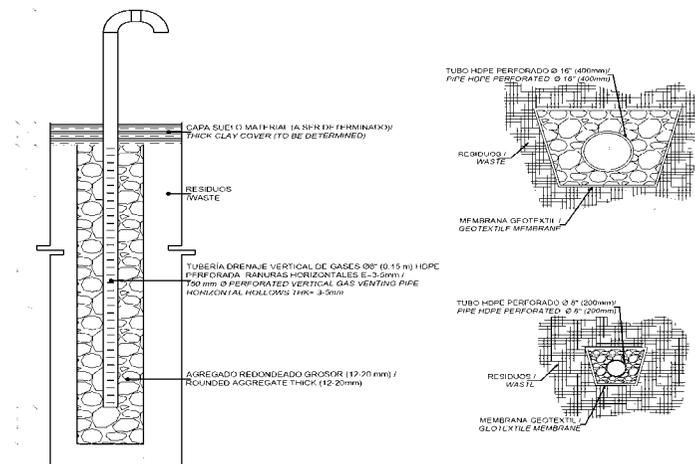
7. Planos base (4) Lixiviado y Sistema de descarga



7. Planos base (5) Laguna de lixiviado



7. Planos base (6) Tubería de ventilación y tubería de descarga de lixiviados



FIN





**Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el
Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la
República Dominicana**

**Manual de Educación Ambiental Y
Participación Ciudadana
para la Gestión Integral
de los Residuos Sólidos Municipales**

Mayo 2017

NIPPON KOEI LDC

NIPPON KOEI

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ADN	Ayuntamiento del Distrito Nacional
APP	Asociación Pública-Privada
CCN-GIRESOL	Comité Coordinador Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos
CONARE	Comisión Nacional para la Reforma del Estado
ET	Estación de Transferencia
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
FOCIMIRS	Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana
GIS	Sistema de Información Geográfica
GIRS	Gestión Integral de residuos sólidos
MEPyD	Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo
MINERD	Ministerio de Educación de la Rep. Dominicana
MIREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MIRS	Manejo Integral de residuos sólidos
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PO	Plan de Operaciones
PP	Proyecto Piloto
PPC	Producción per Cápita
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
RS	Residuos sólidos
RSM	Residuos sólidos municipales
RSU	Residuos sólidos urbanos

CONTENIDO

PRESENTACIÓN		1
PARTE I.....		3
1 EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUO SÓLIDOS: GENERALIDADES		3
1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL –EA		3
1.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS –MIRS.....		8
1.3 RESIDUOS SÓLIDOS Y CAMBIO CLIMÁTICO.....		16
2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....		18
2.1 LAS 3Rs: CULTURA HACIA UNA SOCIEDAD ENFOCADA A LA REDUCCIÓN Y EL REAPROVECHAMIENTO		18
2.2 ROLES DE LOS ACTORES CLAVES E INVOLUCRADOS		18
2.3 CONSUMO RESPONSABLE.....		29
2.4 SEPARACIÓN EN LA FUENTE O EN ORIGEN.....		30
2.5 COMPOSTAJE CASERO		32
2.6 VERTIDO ILEGAL.....		36
2.7 CONSENSO PÚBLICO PARA LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA “SPAN”		38
2.8 PARTICIPACION CIUDADADANA EN PROYECTOS DE MIRS: EXPERIENCIA DE SANCHEZ, SAMANA.....		46
2.9 BUENAS PRÁCTICAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN MIRS EN RD....		49
PARTE II.....		52
3 PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONCIENCIACIÓN PÚBLICA.....		52
3.1 CONFORMACIÓN DEL EQUIPO RESPONSABLE DEL PROCESO DE EA.....		52
3.2 INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MRS.....		53
3.3 DEFINICIÓN DE PROBLEMAS PRIORITARIOS Y OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE EA.....		55
3.4 ELABORACIÓN DEL PLAN GENERAL DE EA Y DIFUSIÓN DE		

INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD	55
3.5 ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN	56
PARTE III.....	57
4 EJECUCIÓN DEL PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN	57
4.1 CAPACITACIÓN DEL EQUIPO RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN.....	57
4.2 COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL Y ALIANZAS PARA LA EA EN EL MIRS.....	58
4.3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL PROCESO DE EA	59
4.4 DIFUSIÓN DE INFORMACION A LA COMUNIDAD	64
4.5 RECURSOS Y MEDIOS/MÉTODOS PARA LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN	66
4.6 MONITOREO Y EVALUACIÓN	70
BIBLIOGRAFÍA.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Problemas que se pueden presentar (causas y posibles soluciones) en el compostaje	35
Tabla 2	(formulario de entrevista) Cotejo para el consenso público entre los habitantes y las partes interesadas	42
Tabla 3	Hoja de monitoreo percepción ciudadana	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Etapas del manejo de los residuos dentro de una visión de manejo integral.....	13
Figura 2	Jerarquía en el manejo de los residuos sólidos	15
Figura 3	Jerarquía propuesta para el manejo de residuos sólidos en RD.	15
Figura 4	Proceso de compostaje	32
Figura 5	Residuos para compostaje	33
Figura 6	Esquema de las partes involucradas en un consenso municipal	43
Figura 7	Mapa ubicación sectores del Proyecto Piloto en Sánchez.....	47

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1	Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas	31
Foto 2	Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas.	31
Foto 3	Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas.	31
Foto 4	Fabricación de aboneras y abonera terminada en el municipio de San José de Las Matas.....	35
Foto 5	Fabricación de aboneras y abonera terminada en el municipio de San José de Las Matas.....	35
Foto 6	Charla a municipales	47
Foto 7	Entrega de materiales a la alcaldía de Sánchez.....	47
Foto 8	Activity of pilot project in Sanchez	48
Foto 9	Múltiples actividades desarrolladas en el municipio de Sánchez.....	48

PRESENTACIÓN

Los problemas causados por el manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales traspasan diferentes ámbitos (salud, desarrollo urbano, educación, cultura, cambio climático) y afectan distintos medios: calidad del aire, del agua, del suelo/subsuelo, paisaje; entre otros.

A pesar que la “basura” ha sido tradicionalmente identificada como uno de los problemas del país, la participación ciudadana en el manejo de los residuos sólidos es muy particular. En general, la población considera que las autoridades municipales son responsables de “resolver ese problema”. Desafortunadamente, en el seno del pueblo dominicano prima la práctica de tirar los residuos resultantes de diferentes actividades en cualquier lugar. Esta realidad traspasa todos los estratos socioeconómicos de la población y puede apreciarse tanto en sectores marginados como en aquellos de clase alta. Es igual de común ver el ciudadano que tira “basura”, tanto desde un vehículo de lujo como desde un carro del transporte público. Como país nos hemos acostumbrado a ver la “basura” en la calle como algo normal. Por otro lado, también los turistas que nos visitan señalan la acumulación de desperdicios en las calles como una de las debilidades del país. El manejo inadecuado de los residuos sólidos podría arriesgar el logro de una de las metas de la Estrategia Nacional de Desarrollo 2030: 10,000,000 de turistas al año.

Por otro lado, y sin ánimo de justificar, no puede esperarse actitudes y/o cambios de comportamiento en una población que ha recibido durante años un servicio deficiente y desorganizado y que, por otro lado, no ha sido objeto de campañas permanentes de sensibilización y concienciación sobre las buenas prácticas de manejo de residuos sólidos por parte de las autoridades correspondientes.

En la actualidad, la problemática ambiental se identifica como una de las más importantes preocupaciones de la humanidad. El auge que ha tomado esta temática en los últimos años, se relaciona con la intensificación de numerosos problemas a diferentes escalas, que afectan a la sociedad de forma creciente. Hay claras evidencias de que la situación ambiental de la Tierra en nuestros días se ha tornado precaria; y por primera vez en la historia, el ser humano tiene

la posibilidad de destruir el planeta. Independientemente de la perspectiva o prioridad individual, todos y todas tenemos una responsabilidad común: asegurar la protección y conservación de nuestros recursos naturales y el medio ambiente. Cuando se trata del medio ambiente debemos: “Pensar globalmente, actuar localmente y cambiar personalmente”.

Podría decirse que una parte importante del éxito de un plan de manejo integral de residuos sólidos urbanos descansa en una población consciente de sus responsabilidades, teniendo en cuenta que es precisamente en el seno de la población donde se inicia la primera etapa de todo el proceso: la generación y manipulación al interior de la vivienda y su presentación posterior en la vía pública para su recolección. De ahí la importancia de desarrollar programas permanentes de sensibilización y educación ambiental y de difusión de información, con enfoque en este tema, a fin de desarrollar en la ciudadanía actitudes y valores que se traduzcan en comportamientos responsables, de cara al manejo de los residuos sólidos.

El manejo integral de los residuos sólidos, como podrá evidenciarse a lo largo de este documento, se enmarca dentro del concepto y la necesidad del desarrollo sostenible. El objetivo de este manual es precisamente sensibilizar, concienciar, desarrollar el sentido de corresponsabilidad y concitar el apoyo de los munícipes para que conjuntamente con las autoridades correspondientes se puedan implementar planes adecuados de gestión de residuos, así como también programas específicos de reducción, reutilización y reciclaje. Lograr la genuina participación de la población en el manejo correcto de los residuos es el gran reto de los municipios del país.

El manual se divide en tres partes. La primera aborda conceptos fundamentales

PARTE I

1 EDUCACIÓN AMBIENTAL Y EL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUO SÓLIDOS: GENERALIDADES

1.1 EDUCACIÓN AMBIENTAL –EA

1.1.1 Concepto

Los orígenes de la educación ambiental se remontan a la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), pues los países afectados fueron los primeros que decidieron ejecutar un plan de educación, protección y conservación de los recursos naturales, luego de los daños ocasionados al medio ambiente. Tage Erlander fue el primer Ministro de Suecia que recomendó al Consejo Económico y Social de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), que incluyera en su agenda el estado del medio ambiente y el hábitat.

A finales de los años 60s, la UNESCO hace un esfuerzo por incluir el tema ambiental como recurso educativo. El concepto toma fuerza en la “Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente”, Estocolmo 1972, destacando su importancia para el cambio en el modelo de desarrollo. En esta conferencia se creó el “Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente” (PNUMA), que fomenta y apoya la cooperación en temas ambientales. También se estableció el “Día Mundial del Ambiente” y se creó el “Programa Internacional de Educación Ambiental” (PIEA), el cual es de carácter interdisciplinario, abarcando la educación formal y no formal, con base y características definidas en el Principio 19 de la Declaración de Estocolmo. El mismo se encuentra bajo la dirección del PNUMA y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

El fin y los objetivos de la EA fueron establecidos en la “Carta de Belgrado”, surgida en el “Seminario Internacional de Educación Ambiental”, Belgrado 1975. En ese momento la EA se orientó a lograr la concienciación mundial sobre el medio ambiente y sus problemas y desarrollar en las personas “conocimientos, aptitudes, actitudes, motivaciones y deseos necesarios para trabajar individual y colectivamente en la búsqueda de soluciones a los problemas actuales y

prevenir los que pudieran aparecer en lo sucesivo”.

En términos generales, la educación podría definirse como el proceso mediante el cual se influye en el ser humano, desarrollando conocimientos, habilidades, competencias, aptitudes y valores, que luego se traducen en un cambio de comportamiento. Por otro lado, siempre se ha dicho que “la educación es la base del desarrollo de los pueblos”. Siendo así, la EA estaría relacionada con una acción educativa permanente encaminada a crear conciencia sobre la realidad global del planeta y el deterioro ambiental provocado por un desarrollo socioeconómico que no ha respetado la necesaria armonía que debe existir en la interacción entre el ser humano y su entorno.

La ley 64-00 define la educación ambiental así: “Proceso permanente de formación ciudadana, formal e informal, para la toma de conciencia y el desarrollo de valores, conceptos, actitudes y destrezas frente a la protección y el uso sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente”.

1.1.2 Importancia

La educación y concienciación del público es de vital importancia en el Manejo Integral de Residuos sólidos Municipales (MIRS) debido a lo siguiente:

- El flujo de residuos comienza con la generación, manipulación, almacenamiento temporal y presentación en las fuentes por parte de la ciudadanía.
- La implementación del sistema y el logro de los objetivos del MIRS dependen en gran medida del comportamiento de los ciudadanos como generadores de los residuos.
- La eficiencia del MIRS depende de la forma en que la población maneja los residuos, luego de su generación.
- La recuperación de costos depende de los pagos hechos por los ciudadanos.

La participación activa y consciente de la ciudadanía en el manejo de los residuos sólidos es importante en todos los aspectos del MIRS. La concienciación es un factor clave, especialmente para los siguientes componentes del MIRS:

- Mantener la limpieza de los lugares públicos como aceras, calles, parques,

mercados, etc.

- Promoción de las 3R (reducción, reutilización y reciclaje)
- Eficiencia en los servicios de recolección
- Pago por los servicios de MIRS, particularmente por el incremento en costos, debido a la implementación del manejo correcto de los residuos en el sitio de disposición final, con el objetivo de proteger la salud de la población y conservar el medio ambiente y los recursos naturales.

1.1.3 Objetivo y beneficios

El objetivo último de la educación y concienciación pública es procurar un cambio de actitud y comportamiento en las personas. El proceso educativo y de concienciación aporta los siguientes beneficios:

- 1) **Desarrolla la conciencia:** El primer paso para la concientización pública es sensibilizar (despertar el interés y la preocupación) en cuanto a la limpieza y los problemas ambientales, así como la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales.
- 2) **Provee conocimientos:** Para comprender el por qué de los daños a las condiciones de limpieza e higiene y el deterioro del medio ambiente y los recursos naturales en general. El conocimiento incluye responsabilidades y deberes de los ciudadanos, las cuales usualmente están integradas en la legislación vigente, como las leyes, reglamentos, normas y ordenanzas municipales.
- 3) **Cambia actitudes:** Basado en el aumento de la conciencia ambiental y el fortalecimiento del conocimiento, debe seguir un cambio de actitud o comportamiento.
- 4) **Desarrolla habilidades:** Son necesarias para resolver problemas puntuales, lograr objetivos y fomentar el cambio el comportamiento, así como combatir los problemas del manejo de residuos sólidos. Las habilidades deben incluir aquellas necesarias para la formulación e implementación de los planes de acción de las organizaciones comunitarias.
- 5) **Provee Capacidad para Monitoreo/Evaluación:** Capacidad de las

organizaciones comunitarias para dar seguimiento, controlar y evaluar las actividades, programas y planes del MIRS.

- 6) Compromete a la participación: Se requiere la participación activa y consciente de la ciudadanía para que el MIRS sea sostenible.

1.1.4 Aportes y características ¹

1) La educación ambiental permite:

- Aprender a pensar y vivir de otra manera, transformando el modo de intervención sobre la biosfera.
- Construir normas y valores ambientales propios, afirmándolos y justificándolos
- Reforzar el vínculo con la naturaleza, mediante la observación, la información y la comprensión de la misma.
- Desarrollar el sentido de pertenencia y responsabilidad en relación al planeta tierra
- Apreciar la diversidad, tanto la biodiversidad como la diversidad de culturas
- Fomentar una visión compleja e integradora
- Aprender a establecer relaciones sistémicas
- Reconocer las múltiples relaciones entre los ámbitos económico, social y ambiental
- Ejercitar la resolución de problemas.
- Plantearse preguntas como: ¿Cuál es el futuro de nuestro planeta y de sus habitantes?”, “en qué mundo queremos vivir?”, “qué mundo queremos dejar a nuestros descendientes”?

2) Características

La educación ambiental es:

- **Política:** Propicia el debate sobre el modelo de desarrollo actual y sus límites.
- **Social:** Estudia las relaciones de la sociedad con la naturaleza y hacia su

¹ Tomada básicamente, aunque con algunas inclusiones y/o modificaciones, del **Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental – Gestión integral de Residuos Sólidos. INTI. Argentina**

propio interior, las cuales provocan impactos ambientales.

- **Cuestionadora:** Trata de buscar las causas profundas de los acontecimientos, llegando hasta la raíz de los problemas, los cuales asume como oportunidades de cambio y mejora.
- **Comunitaria:** Parte de los problemas surgidos en la comunidad y se inserta en ella para la búsqueda conjunta de soluciones.
- **Ética:** Busca desarrollar valores, actitudes y comportamientos que permitan alcanzar el necesario desarrollo sostenible.
- **Interdisciplinaria:** Relaciona los aspectos ambientales, sociales y económicos, estudiando las interrelaciones que se establecen entre los mismos.
- **Para la práctica ciudadana:** Fomenta la participación, el debate y el dialogo para lograr decisiones comunes de cara a la resolución de conflictos.
- **Para toda la vida:** Es un proceso ininterrumpido de aprendizaje.

3) Rol de la Educación Ambiental

La educación en sentido general, juega un papel preponderante en las vidas en las personas, pues a través de ésta se logran cambios en aquellos que la reciben. En el ámbito ambiental la educación trae grandes aportes al Manejo Integral de Residuos sólidos Municipales (MIRS), teniendo en cuenta la necesidad de cambios en el comportamiento de la población en general, a fin de lograr los objetivos deseados, mediante la implementación de proyectos y programas concretos relativos a las 3Rs.

Una de los objetivos de la educación Ambiental en el MIRS, es difundir y compartir conocimientos sobre los diferentes problemas ambientales relacionados al mal manejo de los residuos sólidos, haciendo énfasis en los daños a los recursos naturales, al medio ambiente y por ende a la salud humana.

La educación ambiental juega un papel importante en los cambios de actitudes y hábitos al consumir un bien, producto o servicio y manejar adecuadamente los residuos resultantes, contribuyendo a tener ciudades y pueblos más limpios.

La Educación Ambiental facilita:

- Desarrollar el sentido de co-responsabilidad
- Promover la cultura de las 3Rs
- Favorecer un consumo responsable
- Asumir el cuidado y la protección del ambiente
- Formar agentes de cambio

1.2 MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS –MIRS

1.2.1 Nociones históricas

Siempre ha existido una relación de dependencia del ser humano hacia la naturaleza y la evolución de este a través de toda la historia, bien podría ser comprendida mediante el estudio de los residuos resultantes de sus actividades en las diferentes etapas de su desarrollo.

Desde sus orígenes y hasta parte del periodo Neolítico, la raza humana era nómada, en pequeñas aglomeraciones se dedicaba a la caza, la pesca y la recolección para satisfacer sus necesidades básicas. Los impactos sobre su entorno podrían decirse que eran insignificantes, dado que, por un lado, los materiales usados eran de origen natural; y por el otro, la generación era escasa y la disposición de residuos no se concentraba en un punto, con lo cual la naturaleza lograba degradar fácilmente los desechos generados.

Ya en el mismo Neolítico, la economía de las sociedades humanas evolucionó desde la recolección, la caza y la pesca a la agricultura y la ganadería, lo que dio lugar a la aparición del sedentarismo en contraposición con la vida nómada. El cultivo de la tierra y la domesticación de los animales exigían establecerse en lugares fijos. Este hecho cambió su relación con el medio ambiente circundante. El ser humano descubrió que podía modificar el entorno para su beneficio y así alcanzar un mayor bienestar.

El desarrollo de la agricultura produjo una explosión económica y demográfica, la cual sirvió de base al proceso de urbanización, creándose las primeras sociedades organizadas. No obstante alcanzarse grandes avances, por largo tiempo la tecnología disponible no permitía la explotación intensiva de los recursos naturales. Consecuentemente, en general el impacto sobre el medio natural fue limitado y los residuos generados no planteaban ningún problema, ya que las actividades humanas se integraban a los ciclos naturales y sus

subproductos eran absorbidos por los ecosistemas. Sin embargo, se presentaron problemas cuando la falta de planificación en la recolección de residuos en los incipientes núcleos urbanos fue causa de plagas y epidemias, provocado un impacto terrible sobre la población.

Los avances científicos y tecnológicos de finales del siglo XVIII encontraron su aplicación en la denominada Revolución Industrial, surgiendo nuevas actividades industriales y desarrollándose el comercio. Se produce una verdadera explosión demográfica y económica que se manifiesta en un desarrollo urbanístico sin precedentes, lo cual conllevó un aumento significativo de la cantidad de residuos y cambios significativos en su composición, como resultado del nuevo modo de producción y vida. Con el auge del desarrollo económico, los problemas se han ido incrementando, planteando grandes desafíos a nivel mundial. Esta realidad ha exigido la definición de instrumentos legales para limitar los impactos derivados a la salud y al medio ambiente.

En los inicios de la década del 70, en el marco de la aparición del informe Brundtland, titulado “Nuestro Futuro Común”, donde aparece por primera vez el concepto “Desarrollo Sostenible”, la creciente preocupación pública sobre el deterioro/reducción de los recursos naturales provocó un cambio en el enfoque del manejo de los residuos sólidos; estableciéndose los precedentes de lo que posteriormente a inicios de los 90s se conocería como el Manejo Integral de los Residuos Sólidos –MIRS, la cual se destacó por su enfoque en la sostenibilidad de los recursos naturales. Los aspectos fundamentales de esta propuesta, se concentran en:

- Minimizar la generación
- Maximizar la reutilización y el reciclaje
- Usar tecnologías de tratamiento, eliminación y disposición final ambientalmente adecuadas que incluyan la recuperación de energía.

En la medida que los pueblos se desarrollan, se hace necesario la creación de leyes, normas y políticas donde se contemplan disposiciones para regular la vida en sociedad, de modo que los/las ciudadanos/as puedan gozar y disfrutar de los derechos que le pertenecen, incluyendo los colectivos o difusos.

A continuación, se presenta en orden cronológico, las disposiciones legales más

importantes que se han establecido en el país, antes de Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales la Ley 64-00, emitida en agosto del 2000.

- Código penal de 1867, Cap. II, Art. 471 establece multas para los que depositen residuos en lugares públicos.
- Ley 4984, ley de la policía, del 1911, Arts. 29, 43 y 44, dispone entre otros, la prohibición de quemar basura al interior de poblaciones.
- Ley 675 de 1944 sobre Urbanización, ornato y construcciones, Arts. 32 y 35, prohíbe la colocación escombros en la vía pública.
- Ley 241 del 1968, sobre el régimen jurídico de tránsito de vehículos, Art. 130 que prohíbe la colocación en vías públicas de diferentes tipos de basuras.
- Ley 218 de 1984, la cual prohíbe la introducción al país prácticamente de cualquier tipo de residuo.
- Ley 83 de 1989 que prohíbe la colocación de restos de construcción, escombros y desechos en calles, aceras, avenidas, entre otros.
- Ley 120-99, la cual prohíbe tirar desechos sólidos de cualquier naturaleza en las calles, aceras, parques, caminos, playas, ríos, mares y otros lugares públicos.

Ya en agosto del 2000, la Ley 64-00, en el Capítulo VI, artículos 106, 107 y 108, ratifica la operación de sistemas de recolección, tratamiento, transporte y disposición final de desechos sólidos no peligrosos por parte de los ayuntamientos municipales; prohíbe la colocación, lanzamiento y disposición final de desechos sólidos en lugares no autorizados y establece la implantación de sistemas de clasificación de desechos en las instituciones públicas.

Ley General de Salud (Ley 42 del 8 de marzo del 2001) define en el Art. 46 que el MSP, en coordinación con las instituciones competentes, elaborarán las normas oficiales que regulen la disposición y manejo de desechos sólidos cuyo uso, recolección, tratamiento, depósito, reconversión, industrialización, transporte, almacenamiento, eliminación o disposición final resultaren peligrosas para la salud de la población. En relación a estas disposiciones, se emitió el Reglamento 126-09 sobre los desechos y residuos generados por los centros de salud y afines.

Por su parte, la Ley 176-07, Art. 19 (m), ratifica la competencia de los municipios en los servicios de limpieza y ornato público, recolección, tratamiento y

disposición final de los residuos sólidos.

Del 2003 al 2014 se crearon 10 instrumentos legales relacionados al MRS, a saber:

- Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Domésticos y Municipales.
- Norma de Desechos Radiactivos
- Norma para la gestión integral de desechos infecciosos (manejo, segregación, almacenamiento transitorio, transportación, tratamiento y depósito final)
- Normas ambientales para operaciones de la minería no metálica
- Reglamento para la gestión de sustancias y desechos químicos peligrosos en la República Dominicana
- Reglamento para la transportación de sustancias y materiales peligrosos
- Reglamento de uso y manejo ambiental de agroquímicos y sus residuos en producción hortícola.
- Reglamento ambiental para uso, manejo, transporte y disposición de bifenilos policlorados (PCB)
- Reglamento para el manejo ambiental de granjas porcinas
- Reglamento Técnico Ambiental para el Manejo de Chatarras en el Sector Metalero

En 2014-2015, se emitieron:

- Política Nacional para el Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales
- Procedimiento para la Recuperación de Multimateriales Reciclables con Valor Comercial.
- Reglamento para la gestión de baterías usadas ácido-plomo.

En octubre del 2016, se introdujo para primera lectura en la cámara de diputados el proyecto de “Ley General de gestión integral de residuos sólidos y coprocesamiento, siendo aplazada su discusión.

1.2.2 Concepto e importancia del MIRS

En un intento legítimo por satisfacer sus necesidades, el ser humano ha hecho un uso indiscriminado de los recursos naturales y por mucho tiempo ha realizado una disposición incontrolada de los inevitables residuos sólidos

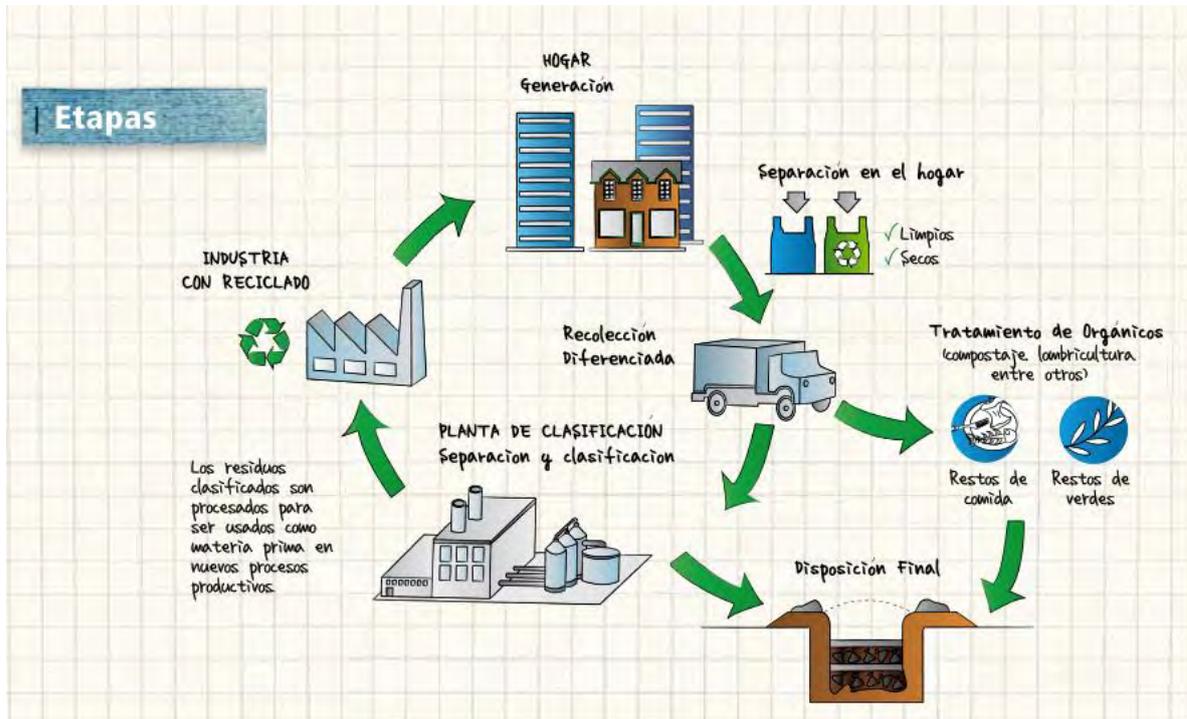
resultantes de sus actividades, provocando impactos negativos en todos los elementos que integran el medio ambiente natural y construido; causando por un lado una disminución paulatina en la disponibilidad de dichos recursos y, por el otro, la contaminación de los mismos (aire, suelo y agua). Esto ha dado lugar a la degradación del medio ambiente en general y, en consecuencia, a una disminución de la calidad de vida de la población y efectos importantes en la salud humana.

A nivel mundial, el crecimiento poblacional, el desarrollo económico, el creciente proceso de urbanización, los cambios en los estilos de vida, entre otros factores; han conllevado un aumento significativo en la demanda de bienes y servicios. La generación de los residuos es inherente a todas las actividades humanas y la cantidad producida es proporcional al grado de desarrollo de los países y al número de sus habitantes.

En la naturaleza, contrariamente a lo que ocurre en la sociedad, no hay acumulación de residuos. De hecho, un desecho, aparecería como la ruptura del ciclo natural de la materia. Este tipo de ciclo es lo que se llama ciclo cerrado, donde todo material utilizado vuelve a su punto de partida después de realizar la función para la cual fue creado. No obstante, la sociedad humana no favorece el ciclo cerrado, cuando convierte en desecho todos los recursos que utiliza para vivir y crecer.

El concepto de “manejo integral de residuos” surge como una respuesta para restablecer el equilibrio roto. Es una nueva concepción donde los desechos ya no se ven como residuos sin valor, sino como recursos, materias secundarias utilizables en la producción de nuevos bienes o servicios para la satisfacción de necesidades. Es en este contexto donde tiene sentido y urge el concepto y la visión del manejo integral de residuos, teniendo en cuenta que la misma pretende dar a los residuos la solución más adecuada, en todas sus etapas, tanto desde el punto de vista económico, como social y ambiental; planteando el uso racional de los recursos naturales, el potencial de reutilización y la imperiosa necesidad de reaprovechamiento/valorización de los materiales contenidos en los residuos. Con el objetivo de mantener el equilibrio y contribuir a la sostenibilidad ambiental del planeta, las sociedades se han lanzado a la búsqueda de nuevas tecnologías de recuperación, reciclaje y valorización de los

residuos.



Fuente: Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental – Gestión integral de Residuos Sólidos. INTI. Argentina

Figura 1 Etapas del manejo de los residuos dentro de una visión de manejo integral

La importancia del manejo integral de los residuos radica precisamente en su interés de imitar los procesos naturales, los cuales se desarrollan en ciclos y por lo tanto, no producen desechos; sino que los materiales son reabsorbidos en la naturaleza, transformándose en el mismo elemento o en elementos nuevos. El manejo integral lleva en su seno el concepto de reciclaje, donde los residuos son reintroducidos al ciclo productivo que les dio origen para obtener el mismo bien o a un proceso industrial diferente para la fabricación de un nuevo producto; contribuyendo así a desarrollar el sano ciclo de los materiales.

En las últimas décadas se han producido significativos avances en todos los aspectos de su manejo y, muy particularmente, en el desarrollo de tecnologías para su tratamiento; sea para incorporarlos al sano ciclo de los materiales, sea para aprovechamiento de la energía que contienen; por lo que, el reaprovechamiento y reciclaje de los residuos puede considerarse una necesidad a nivel mundial.

En otro orden, el manejo integral exige una disposición final adecuada y segura,

a largo plazo, para el ser humano y el medio ambiente, de aquellos residuos que por cualquier circunstancia no puedan ser reaprovechados/valorizados.

Entre los objetivos de la MIRS, se encuentran:

- Reducir la generación
- Favorecer la reutilización y el reciclaje, disminuyendo así la cantidad de residuos destinados a disposición final
- Proteger la salud humana
- Mejorar la calidad de vida de la población
- Cuidar y proteger el medio ambiente
- Conservar y promover el uso racional de los recursos naturales

1.2.3 Jerarquía en el MIRS

Los principios que rigen el manejo integral de residuos se articulan siguiendo un orden de prioridad, que va desde la prevención/minimización/reducción, la cual permite evitar/minimizar/reducir la cantidad de residuos/desechos que se producen; hasta su disposición final sin peligro.

En orden de importancia, sus prioridades son:

- Prevención/Reducción
- Reutilización
- Reciclaje
- Valorización de la materia orgánica
- Valorización energética
- Disposición final



Figura 2 Jerarquía en el manejo de los residuos sólidos

En el “Proyecto de ley de la gestión integral de residuos sólidos y coprocesamiento” que cursa actualmente en el congreso nacional, esta jerarquía se presenta de la manera siguiente:



Figura 3 Jerarquía propuesta para el manejo de residuos sólidos en RD.

EfW/WtE: Energy from Waste/Waste to Energy.
Esto quiere decir aprovechar el poder calorífico de los residuos para convertirlos en energía.

¿Cómo podemos aplicar en nuestra vida cotidiana esta jerarquía?

A continuación, algunos ejemplos sencillos.

- Prefiriendo productos en una unidad grande, en lugar de muchas pequeñas unidades individuales: envases de 1 litro, en lugar de 5 envases de 200 mililitros.

- Optando por la compra de productos con envases y/o empaques reutilizables y/o reciclables, como los envases “refill”, es decir, que se pueden volver a llenar.
- Haciendo un uso racional de las bolsas plásticas que usamos en el supermercado para colocar las compras, por ejemplo, aprovechando al máximo su capacidad, sea en peso o volumen.
- Usar bolsas reutilizables, de tela o plástico, para nuestras compras.

1.3 RESIDUOS SÓLIDOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

El término cambio climático ha ido penetrando en la población dominicana. Dados sus efectos, es importante que sepamos a qué nos referimos cuando hablamos de este fenómeno tan actual a nivel mundial.

Por “**cambio climático**” se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

Por “**efectos adversos del cambio climático**” se entiende los cambios en el medio ambiente físico o en la biota resultante del cambio climático que tienen efectos nocivos significativos en la composición, la capacidad de recuperación o la productividad de los ecosistemas naturales o sujetos a ordenación, o en el funcionamiento de los sistemas socioeconómicos, o en la salud y el bienestar humanos. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático).

- El gas metano (CH₄) es el componente mayoritario del biogás producido en los SDF. Después del dióxido de carbono (CO₂), el metano es el gas de efecto invernadero (GEI) con mayor presencia en la atmósfera. Aunque el metano se encuentra en menor proporción en la atmósfera, su contribución al calentamiento global es 21-23 veces mayor que la del CO₂. De ahí la importancia de una gestión adecuada del biogás que se genera en los vertederos.
- La República Dominicana es el octavo país del mundo más vulnerable ante el cambio climático como parte del Caribe, que es la segunda región del

mundo más vulnerable a este fenómeno. Esto significa que tendremos temperaturas más altas y más secas, pero al mismo tiempo más incidencias de tormentas, ciclones, huracanes, inundaciones, entre otros cambios.

- De hecho, podemos decir que el cambio climático ya es una realidad en el país. Según un estudio realizado², el aumento de las aguas del lago Enriquillo, debido al incremento de lluvias fuera de temporada y por mayor precipitación de lo habitual, es consecuencia del cambio climático. En el mismo orden, los ríos Ozama e Isabela suben su caudal cada vez con mayor frecuencia.

² Instituto Dominicano de Desarrollo Integral –IDDI. Estudio de Capacidades de Adaptación al Cambio Climático en Comunidades rurales y urbanas de la República Dominicana. Informe Final. NOV 2010

2 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

2.1 LAS 3Rs: CULTURA HACIA UNA SOCIEDAD ENFOCADA A LA REDUCCIÓN Y EL REAPROVECHAMIENTO

Hacia los años 1960s, la comunidad científica internacional comienza a alertar al mundo sobre los grandes problemas del planeta: pobreza, pérdida de biodiversidad y deterioro medioambiental. Se empiezan a evidenciar las interrelaciones físicas inevitables entre las actividades humanas y la naturaleza. Se crea más conciencia de que el medio ambiente, la biosfera en la que vivimos, resulta ser un sistema complejo.

La reducción en la generación de residuos/desechos y de su nocividad es una necesidad, tanto desde el punto de vista del desarrollo sostenible como desde el plano financiero. La misma contribuye, por una parte, a la economía de recursos y a la limitación de daños y, por otra parte, a la disminución de los costos del manejo.

La participación ciudadana constituye un pilar fundamental del manejo integral de residuos, a fin de lograr los objetivos y metas concretas que deben establecerse en cada una de las etapas. Se impone un cambio de mentalidad y comportamiento. Los ciudadanos, las empresas y las instituciones públicas y privadas requieren adaptar sus actividades de consumo, producción y servicio.

La implementación de las 3Rs exige la construcción de un proceso de corresponsabilidad entre el gobierno, como ente rector y regulador; el sector privado, como productor y proveedor de bienes y servicios; y la ciudadanía en general, como consumidor.

2.2 ROLES DE LOS ACTORES CLAVES E INVOLUCRADOS

El Artículo 11 del proyecto de ley de la gestión integral de residuos sólidos y coprocesamiento, establece las responsabilidades para el manejo de los residuos. Citamos: “La responsabilidad de asegurar el adecuado manejo de los residuos es interinstitucional y debe ser asumida por:

- 1) **El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.** Es la autoridad rectora de la gestión ambiental en el país, y del manejo de los residuos en particular, por lo que establece los lineamientos de política nacional sobre

criterios de gestión, las metas de calidad y cobertura de los servicios de limpieza pública, minimización, recuperación de empaques y envases, así como también del reaprovechamiento en general.

- 2) **El Ministerio de Salud Pública:** Adicional a las funciones ya establecidas ejercerá las siguientes en materia de residuos:
 - a) Administrar los registros relacionados con el manejo de los residuos en el país, de acuerdo con los criterios que determine el reglamento de la presente ley;
 - b) Proponer la declaratoria de emergencia sanitaria por el manejo inadecuado de residuos en el territorio nacional y coordinar con los ayuntamientos, así como con otras autoridades y entidades competentes, la prestación de servicios excepcionales para superar tal situación;
 - c) Vigilar en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales la calidad sanitaria del sistema de manejo, recolección, transporte y disposición final de los residuos que genera el sistema de salud, de acuerdo con la normativa y disposiciones técnicas emitidas por ambas instituciones.
- 3) **El Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones.** Tiene a su cargo el transporte de los residuos peligrosos, siendo responsable de normar, autorizar y fiscalizar el uso de las vías para el transporte de residuos peligrosos.
- 4) **Los ayuntamientos:** Son responsables por la gestión de los residuos sólidos urbanos de origen doméstico, residuos de manejo especial y sólidos urbanos de los pequeños generadores; de la limpieza pública y la calidad ambiental de su jurisdicción.
- 5) Empresas prestadoras de servicios de recolección o de comercialización, las fundaciones y asociaciones de recicladores de base: Son responsables de la prestación de los servicios y las actividades para las cuales han sido autorizadas.
- 6) **Generadores de residuos del ámbito no municipal:** Son responsables por el manejo de los residuos que generen o posean, hasta su reaprovechamiento o adecuada disposición final.
- 7) **Generadores de residuos del ámbito municipal:** Son responsables por el

manejo de los residuos que generen o posean, hasta su entrega a los servicios de residuos correspondientes, en los términos y condiciones que se establezcan.

- 8) **Productores de residuos:** Los productores, fabricantes, importadores o distribuidores de residuos listados como productores prioritarios, sujetos al régimen especial de gestión de residuos bajo la modalidad de responsabilidad extendida tienen la responsabilidad del producto durante todo el ciclo de vida de este, incluyendo las fases post-industrial y post-consumo. El reglamento correspondiente establecerá las condiciones y formas para aplicar las reglas de responsabilidad extendida del productor.

2.2.1 Ministerio de Medio Ambiente

Será la autoridad de aplicación en materia de residuos, con potestad para dirigir, monitorear, evaluar, controlar y coordinar con las autoridades sectoriales y municipales la debida aplicación de la presente ley, y le corresponderá:

- 1) Elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y Rehabilitación de Sitios Contaminados;
- 2) Formular, conducir y evaluar políticas públicas en materia de residuos sólidos;
- 3) Expedir, y en su caso adecuar conforme a esta ley, los reglamentos, normas y demás disposiciones para regular el manejo integral de los residuos peligrosos y de la industria minero-metalúrgica, su clasificación, prevenir la contaminación de suelos y llevar a cabo su remediación cuando ello ocurra;
- 4) Expedir reglamentos, normas y demás disposiciones para regular el manejo integral de los residuos sólidos de la industria minero-metalúrgica que correspondan a su competencia de conformidad con esta ley y la Ley Minera de la República Dominicana, No.146;
- 5) Expedir las normas relativas al desempeño ambiental que deberán prevalecer en el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;
- 6) Expedir las normas que establezcan los criterios para determinar los residuos que estarán sujetos a planes de manejo, los cuales deberán incluir los listados de éstos y especificar los procedimientos a seguir en el

establecimiento de los mismos;

- 7) Regular y controlar los residuos peligrosos provenientes de grandes y pequeños generadores, cuando estos últimos no sean controlados por los municipios;
- 8) Emitir la Declaración de Remediación o
- 9) Rehabilitación Ambiental de Sitios Contaminados o Degradados;
- 10) Regular los aspectos ambientales relativos al transporte de los residuos peligrosos, sólidos y de manejo especial de su competencia;
- 11) Autorizar y dictaminar los planes de manejo de residuos peligrosos y de manejo especial;
- 12) Autorizar y dictaminar los planes de manejo de residuos sólidos de grandes generadores;
- 13) Regular y controlar los residuos de manejo especial y sólidos provenientes de grandes generadores;
- 14) Expedir y, en su caso, dictaminar las constancias, permisos, licencias de gestores, empresas sociales o segregadores y recicladores de base según corresponda; así como planes de manejo ambiental en materia de infraestructura y operación de los sitios para el manejo de residuos;
- 15) Diseñar, implementar, evaluar y monitorear los instrumentos de gestión que le correspondan de conformidad con la competencia atribuida;
- 16) Verificar el cumplimiento de las normativas en la materia de su competencia e imponer las medidas correctivas, de seguridad y sanciones que en su caso correspondan;
- 17) Las demás atribuciones que se establezcan en esta ley, las normas, reglamentos y otros ordenamientos jurídicos que resulten aplicables.

En lo que se refiere a la recuperación de materiales reciclables, el **“Procedimiento para la recuperación de multimateriales con valor comercial”**, indica como funciones del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales:

- a) Emitir la normativa para regular los procesos involucrados en las distintas modalidades de recuperación y en general en la cadena del reciclaje.
- b) Coordinar con los actores claves para el fomento y sostenibilidad de la recuperación/reciclaje, a nivel global y local, a fin de garantizar el buen

funcionamiento de los mercados de los materiales y de las empresas privadas que participarán en el manejo.

- c) Establecer incentivos para promover la recuperación a nivel nacional.
- d) Crear plataforma para la recolección de datos e información sobre el manejo de los residuos sólidos y la recuperación/reciclaje de materiales.
- e) Velar por la equidad, aportando los criterios que permitan establecer relaciones justas entre los distintos actores involucrados.
- f) Desarrollar acciones conjuntas con todos los actores de la cadena del reciclaje (municipios y/o mancomunidades, empresas, actores sociales, ONGs, etc.), de cara a la educación ambiental y la concienciación de la ciudadanía, a fin de estimular la cultura del reciclaje.
- g) Tomar las medidas necesarias para inducir el pago e incorporación de los costos de recuperación de ambientes contaminados por residuos, a los responsables de dicha contaminación.
- h) Ejercer las competencias para supervisar, fiscalizar y sancionar, en el fiel cumplimiento de sus funciones de supervisión y fiscalización en materia de residuos.
- i) Estimular procesos de reconversión industrial, ligados a la implantación de tecnologías limpias y a la realización de actividades de descontaminación, de reciclaje y de reutilización de residuos.

2.2.2 Gobiernos locales

El Artículo 9 del referido proyecto de ley, confiere a los ayuntamientos las atribuciones siguientes:

- 1) Dictar los reglamentos, ordenanzas y disposiciones administrativas que correspondan, para que en sus respectivas jurisdicciones se cumplan las previsiones del presente ordenamiento;
- 2) Tener a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos de su competencia, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final;
- 3) Formular, por sí o en coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y con la participación de representantes de los distintos sectores sociales, los programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos, los cuales deberán observar lo

dispuesto en el Plan Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos correspondiente;

- 4) Emitir los reglamentos y demás disposiciones administrativas de observancia general dentro de sus jurisdicciones respectivas, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la presente ley y en las disposiciones legales que emita el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- 5) Controlar los residuos sólidos;
- 6) Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos, observando lo dispuesto en las demás leyes y normas vigentes;
- 7) Otorgar las autorizaciones y concesiones de una o más de las actividades que comprende la prestación de los servicios de manejo integral de los residuos sólidos;
- 8) Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de residuos sólidos domiciliarios y pequeños;
- 9) Verificar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de residuos sólidos urbanos e imponer las sanciones y medidas de seguridad que resulten aplicables;
- 10) Participar en el control de los residuos peligrosos generados o manejados por micro generadores, así como imponer las sanciones que procedan, de acuerdo con la normatividad aplicable y lo que establezcan los convenios que se suscriban con las demás entidades del gobierno, de conformidad con lo establecido en esta ley;
- 11) Coadyuvar en la prevención de la contaminación de suelos con materiales y residuos peligrosos y su remediación;
- 12) Efectuar el cobro de los servicios de manejo integral de residuos sólidos y destinar los ingresos a la operación y al fortalecimiento de los mismos;
- 13) Diseñar, implementar, evaluar y monitorear los instrumentos de gestión que le correspondan de conformidad con la competencia atribuida;
- 14) Aplicar las sanciones por incumplimiento a esta ley, los ordenamientos que de ella deriven, así como su reglamento municipal, respecto de los residuos sólidos y peligrosos de origen domiciliario, pequeños generadores de residuos de manejo especial y residuos sólidos, de su competencia;

Párrafo. - Los programas municipales de gestión de residuos, y de manera

particular los proyectos de disposición final, serán sometidos por los ayuntamientos y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su evaluación ambiental, de conformidad con lo establecido por la Ley y los reglamentos, así como también por las normas que se establezcan.

En lo que se refiere a la recuperación de materiales reciclables, el “Procedimiento para la recuperación de multimateriales con valor comercial”, indica como funciones de los ayuntamientos:

- a) Emitir ordenanzas para hacer obligatoria la separación en la fuente de los residuos generados, a fin de facilitar su recuperación y posterior reciclaje.
- b) Establecer alianzas y dar facilidades (por ejemplo, ceder terrenos y/o locales municipales, exoneración de impuestos) para la instalación en sus respectivos territorios de proyectos, equipos e infraestructuras (puntos limpios, estaciones de transferencia, plantas de recuperación de materiales –PRM etc.); que permitan la recuperación de los multimateriales con valor comercial para su tratamiento intermedio y/o reciclaje.
- c) Ejecutar, promover y/o apoyar proyectos piloto de separación en la fuente y recogida selectiva de residuos, con la participación de segregadores informales, conocidos popularmente como buzos.
- d) Establecer mecanismos e incentivos para promover la recuperación de los multimateriales, a través de las distintas modalidades existentes.
- e) Monitorear y controlar las fuentes de generación, con el objetivo de verificar el cumplimiento de las disposiciones municipales, relativas a la recuperación y el reciclaje.
- f) Supervisar los puntos limpios, a fin de garantizar su buen funcionamiento.
- g) Establecer incentivos por tonelada de residuo recuperada y evitada su disposición en los SDF.
- h) Ejecutar programas permanentes de educación ambiental, con enfoque

en manejo integral de residuos sólidos.

- i) Organizar acciones públicas que permitan la educación y concienciación de los comunitarios alrededor de los puntos limpios establecidos, a la vez que se incentiva a la población a la recuperación masiva de los multimateriales.
- j) En los sitios de disposición final, mejorar las condiciones de trabajo de los segregadores, mediante la construcción de infraestructuras básicas para la recuperación de materiales, proveerles equipo para su protección personal, ejecutar campañas de vacunación a intervalos regulares, en coordinación con salud pública; entre otras medidas.
- k) Promover/facilitar la organización de microempresas/cooperativas de los segregadores informales, a fin de formalizar y humanizar tan importante actividad.
- l) Exigir a los actores involucrados, dentro del marco de su jurisdicción, el registro y envío de estadísticas relativas a las cantidades de multimateriales recuperados.
- m) Mantener y enviar estadísticas relativas a las cantidades de multimateriales recuperados al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de sus direcciones provinciales.
- n) Mantener registros de los beneficios socioeconómicos derivados de la implementación de los sistemas de recuperación en sus municipios, tales como disminución de los costos de recolección y transporte, reducción de la cantidad de residuos destinados a los SDF, entre otros.
- o) Establecer las sanciones y los mecanismos de aplicación de las mismas ante el incumplimiento de las disposiciones relativas a la recuperación y el reciclaje.

El referido procedimiento, también señala funciones específicas para el sector privado y la ciudadanía en general, según se indica a continuación.

2.2.3 Sector privado

1) Productores, importadores y distribuidores

- a) Organizar de manera individual o colectiva Sistemas de Depósito, Devolución y Retorno (SDDR) para la recuperación de los residuos o productos que se convierten en residuos al final de su vida útil, los cuales contienen los multimateriales a recuperar; pudiendo utilizar un símbolo para diferenciar los mismos, en caso de necesidad.
- b) Establecer sistemas de gestión y financiamiento para la recuperación de los multimateriales contenidos en los productos que se convierten en residuos al final de su vida útil y/o de los residuos resultantes de actividades de consumo.
- c) Instituir mecanismos e incentivos para generar procesos de logística inversa, a fin de facilitar/promover la recuperación de dichos productos o residuos, los cuales contienen diferentes materiales con valor comercial, entre los cuales destacamos los multimateriales señalados previamente, a saber: plásticos en sus diferentes tipos, papel, cartón, metales y vidrio.
- d) Desarrollar campañas de información ciudadana para garantizar la participación activa de los consumidores, persiguiendo el objetivo de lograr el éxito de los sistemas y mecanismos propuestos para la recuperación.
- e) Ejecutar, dentro de su logística publicitaria, campañas de sensibilización y difusión a toda la población, con el objetivo de promover la recuperación y así contribuir a la protección del medioambiente.
- f) Establecer alianzas con las instancias correspondientes para la ubicación, en lugares estratégicos, de puntos limpios para facilitar a los consumidores el depósito de productos al final de su vida útil y/o de los residuos resultantes del consumo. Los lugares estratégicos pueden definirse siguiendo diferentes puntos de vista: a) Debido al consumo masivo de determinados productos (por ejemplo, consumo de distintos tipos de bebidas tales como: colmados, colmadones, discotecas, escuelas, colegios, hospitales, parada de autobuses, áreas de espera

de transporte público, estadios deportivos, clubes deportivos y de recreación, escuelas especializadas de deportes, etc.); b) por la ubicación geográfica (por ejemplo, intersecciones de grandes avenidas); c) por la naturaleza del lugar al ser visitados frecuentemente por la población (supermercados, colmados, centros comerciales, iglesias, hospitales, parada de autobuses, áreas de espera de transporte público, etc.).

- g) Promover el uso de envases reutilizables.
- h) Promover el uso de envases cuyos componentes puedan incorporarse a la cadena del reciclaje.
- i) Enviar al ayuntamiento correspondiente estadísticas relativas a las cantidades de multimateriales recuperados, a través de los mecanismos a establecer.

2) Entidades de negocios (comercios, hoteles, restaurantes, etc.)

- a) Constituirse en socios en el proceso del reciclaje, mediante la separación en la fuente de los multimateriales reciclables con valor comercial, creando sus puntos limpios³
- b) Contribuir a la educación ambiental y la concienciación ciudadana en relación a la recuperación y el reciclaje, mediante la colocación de letreros alusivos en sus establecimientos y/o en forma virtual o cualquier otro medio.
- c) Compartir información y fomentar la conciencia sobre la recuperación y el reciclaje, a través de sus asociaciones de negocios.

3) Intermediarios

- a) Proveerse de la autorización ambiental requerida para la realización de la actividad de acopio, compra y venta de los multimateriales

³ El término "punto limpio" se refiere a toda infraestructura, equipo, depósito, contenedor, etc.; que permita la recuperación de los multimateriales reciclables con valor comercial. El término incluye el centro de acopio. Tomada del "Procedimiento para la Recuperación de Multimateriales Reciclables con Valor Comercial"

recuperados.

- b) Participar y promover acciones tendentes a incentivar la recuperación y el reciclaje.
 - c) Establecer alianzas estratégicas con otros actores de la cadena del reciclaje.
 - d) Enviar estadísticas relativas a las cantidades de multimateriales recuperados, indicando la procedencia, al ayuntamiento de su jurisdicción.
- 4) Usuarios finales (industrias de tratamiento intermedio, recicladoras y empresas exportadoras)**
- a) Proveerse de la autorización ambiental correspondiente.
 - b) Vincularse en la cadena del reciclaje, mediante la compra de los materiales recuperados para los fines específicos.
 - c) Desarrollar acciones de difusión y educación ambiental al público en general para contribuir a la toma de conciencia sobre el reciclaje, enfatizando los beneficios socioeconómicos y ambientales obtenidos, debido a la separación en la fuente de los multimateriales reciclables por todos los actores involucrados.

2.2.4 Ciudadanía en general

1) Segregadores

- a) Colaborar en la recolección comunitaria de multimateriales reciclables, previamente separados en la fuente de generación.
- b) Formalizar su actividad, si así fuese requerido.
- c) Participar en las actividades programadas por la autoridad municipal relacionadas a la recuperación, así como en actividades educativas y de capacitación.
- d) Integrarse a los programas regulares de vacunación organizados por la autoridad municipal en coordinación con salud pública.

2) ONGs, centros educativos, grupos comunitarios (juntas de vecinos,

clubes, etc.)

- a) Establecer puntos limpios en sus instalaciones.
 - b) Vincular a la comunidad con los actores de la cadena del reciclaje.
 - c) Asumir un rol preponderante en el proceso de sensibilización, educación ambiental, desarrollo de conciencia y organización de las comunidades para la implementación de los mecanismos de recuperación de los multimateriales.
- 3) Los/as ciudadanos/as**, como corresponsables en el manejo integral de residuos, separarán los residuos en su fuente de generación, según lo establecido en este procedimiento y/o las disposiciones municipales particulares.

2.3 CONSUMO RESPONSABLE

Teniendo en cuenta el deterioro medioambiental a nivel global, dado que el cuidado y la protección del planeta es una responsabilidad de todos y en el marco del desarrollo sostenible, en los últimos años ha surgido el concepto del consumo responsable, el cual implica racionalidad en el uso de los recursos y eficiencia en la producción, a la vez que promueve un cambio en los hábitos de consumo, respondiendo a necesidades reales y considerando la conservación del medio ambiente y la igualdad social. La elección de un producto no se realiza solo en base a criterios de calidad y precio.

La prevención/reducción de residuos debería empezar con el fabricante, que es quien determina las características del producto, su vida útil, tipo de sustancias y materiales en su conformación – fabricación y las posibilidades de reutilización y reciclaje, entre otros. Luego el consumidor mediante su decisión de compra y su modo de consumo, influye en la posibilidad de que vuelvan al ciclo productivo o pasen a ser un residuo generado.

El consumo responsable es **un consumo reflexivo**, que tiene en cuenta no solo consumir menos, sino informarse e investigar para elegir bienes con menor impacto ambiental, es **un consumo que promueve el desarrollo de una actitud crítica** frente a la compra, pues cuestiona los impactos al medioambiente ocasionados durante la fabricación del producto (análisis de la

huella ecológica).

Además, involucra exigir a los gobiernos políticas públicas para limitar la generación de residuos en las cadenas productivas y postconsumo. Estas políticas también deben incentivar a las empresas para que utilicen tecnologías de producción ambientalmente amigables, envases y empaques biodegradables y en la menor cantidad posible.

En otro orden, es **un consumo ético**, en el sentido de que toma en cuenta las condiciones sociales en que el producto fue elaborado (por ejemplo, el respeto a los derechos humanos) y el tipo de comercio que se desea favorecer (comercio justo).

2.4 SEPARACIÓN EN LA FUENTE O EN ORIGEN

En la “basura” todos los residuos se encuentran mezclados, con lo cual no sirve más que para desecharse. Para que los residuos generados en las distintas actividades humanas puedan ser reaprovechados/valorizados, es imprescindible su separación. De ahí la importancia de su segregación, la cual puede hacerse desde el momento de la generación o posteriormente a nivel industrial en una planta de separación y clasificación.

La separación en origen se refiere a la manipulación de los residuos desde que se generan hasta su almacenamiento temporal para la recolección, es decir, hasta que se coloca en el espacio público. Constituye el primer paso ciudadano para garantizar un manejo integral de los residuos sólidos municipales. La separación puede implicar tantas fracciones como materiales presentes en los residuos. Así en algunos países, los ciudadanos separan papel y cartón, plásticos, metales, vidrio, residuos de cocina y de jardín, residuos electrónicos (celulares inservibles), residuos especiales del hogar (pilas, envases de pintura, medicinas expiradas), etc. Para ello utilizan diferentes tipos de envases o zafacones en los cuales van depositando sus residuos a medida que los van generando para luego ser objeto de una recogida selectiva o diferenciada, en la cual no se mezclan las distintas fracciones.



Foto 1 Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas

En nuestro país, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, junto a otras instituciones de la sociedad civil, promueve inicialmente la separación en el origen solamente de dos fracciones: reciclables comercializables y el resto, bajo el entendido que, en un primer momento, el nivel educativo y las condiciones socioeconómicas de la mayoría de la población de nuestro país no permite una mayor separación. En los residuos reciclables comercializables se encuentran fundamentalmente el papel y cartón, plásticos, metales y vidrio. La Política para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales contempla la separación de los residuos especiales del hogar.



Foto 2 Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas.

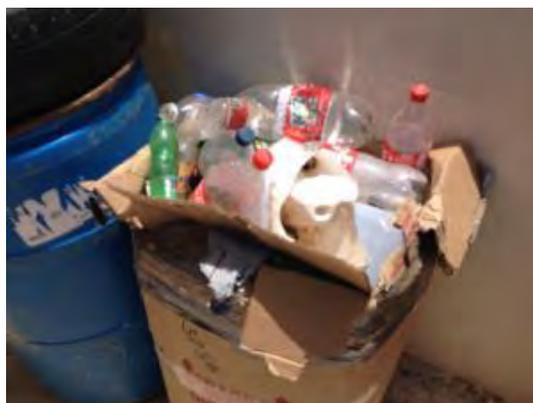


Foto 3 Separación de residuos en las casas de San José de Las Matas.

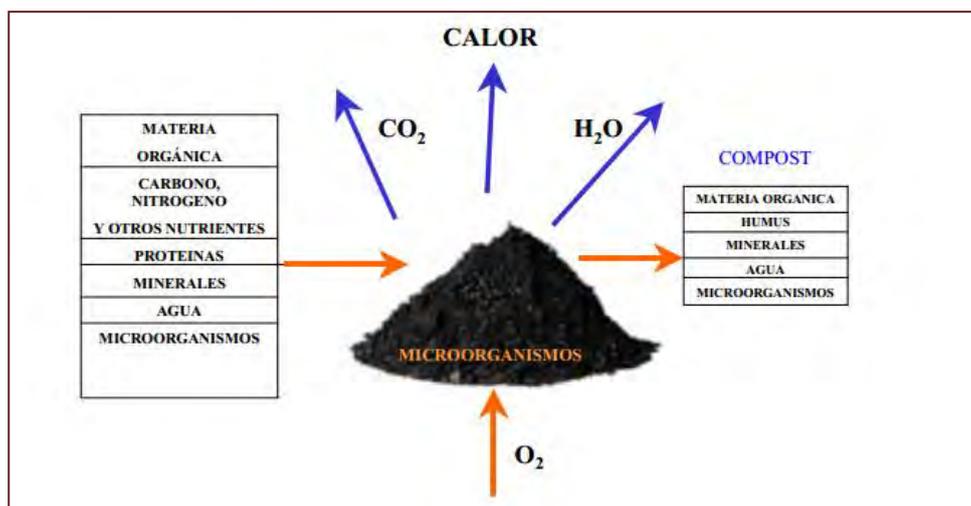
Se requiere un amplio esfuerzo de información, sensibilización, educación y concienciación, dado que la separación en el origen requiere sacrificio y compromiso de toda la ciudadanía, a fin de facilitar el proceso de reciclaje y/o valorización energética de los residuos, así como para evitar que residuos peligrosos puedan ser tratados de la misma manera que residuos no peligrosos.

2.5 COMPOSTAJE CASERO

El compostaje es un proceso mediante el cual la materia orgánica se descompone o degrada, transformándose en otro compuesto denominado compost o composta, un producto natural que según sus propiedades fisicoquímicas puede ser utilizado como abono/fertilizante o mejorador de suelo; aportando grandes beneficios para el suelo y los cultivos. Es una técnica de estabilización y tratamiento de los residuos orgánicos biodegradables.

El proceso del compostaje se puede acelerar y mejorar la calidad del producto resultante mediante la utilización de una especie domesticada de lombriz, denominándose el **proceso lombricultura o vermicompostaje**. El producto resultante de este proceso es humus (vermicompost), el cual es un fertilizante orgánico, biorregulador y corrector de las características físico-químicas del suelo.

En el diagrama a continuación se esquematiza la descomposición, en condiciones aeróbicas (es decir en presencia de oxígeno), que experimenta la materia orgánica, bajo ciertas condiciones de humedad, temperatura, presencia de carbono, nitrógeno y otros nutrientes. La temperatura retarda o acelera el proceso de descomposición. A mayor temperatura, mayor velocidad y viceversa.



H₂O = Fórmula química que simboliza el agua
 CO₂ = Fórmula química que simboliza el dióxido de carbono
 O₂ = Oxígeno

Figura 4 Proceso de compostaje

Este proceso de degradación puede llevarse a cabo a nivel industrial o casero. La técnica puede realizarse en cualquier casa, ya que en realidad no requiere

de ninguna infraestructura especial. Puede ejecutarse en una pila en el suelo o en una abonera/compostela, la cual puede comprarse o ser fabricada por nosotros mismos, teniendo en cuenta que la misma permita remover el compost para facilitar su aireación (entrada de aire), eliminar el exceso de agua y facilitar su humedecimiento, en caso de necesidad.



Fuente: Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental – Gestión integral de Residuos Sólidos. INTI. Argentina

Figura 5 Residuos para compostaje

¿COMO COMPOSTAR?

- Depositar sobre un lecho los residuos compostables en una pila o abonera. En la base de la pila o abonera, es conveniente fabricar un lecho o una cama de ramas, paja, o cualquier otro material que permita la aireación

(entrada de aire). El oxígeno es fundamental para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica.

- Si es posible, cubrirlos con pasto, paja o papel periódico, sobre todo el primer mes.
- Durante el primer mes, remover y mezclar todas las semanas. El segundo y tercer mes, se remueven quincenalmente y luego una vez por mes hasta la madurez. Remover y mezclar permite la entrada del oxígeno requerido para el proceso.
- Es importante que la humedad se mantenga entre 40- 60% durante todo el proceso. Esto se puede determinar experimentalmente mediante el denominado “método de la croqueta”, el cual consiste en coger una pequeña proporción de muestra con la mano (se pueden utilizar guantes de látex para no mancharnos las manos, por ejemplo) y apretarla, haciendo como una especie de croqueta con la mano. Pueden presentarse las siguientes situaciones. (1) Al apretar la muestra, ésta comience a gotear. Esto querría decir que hay un exceso de humedad. (2) Después de apretar la muestra, al abrir la mano, ésta quede humedecida pero no gotee. Sería la mejor situación posible, ya que la humedad sería la correcta. (3) Al abrir la mano después de apretar, ésta estuviese seca y la croqueta se deshiciese, indicando una carencia de agua.
- La humedad depende de la proporción de residuos húmedos y secos (normalmente 3 partes a 1 parte, respectivamente), de las condiciones meteorológicas y de la ubicación de la abonera, en relación a si la masa recibe el calor directo del sol.

El compost está maduro o listo para ser usado cuando presenta un color marrón oscuro o negro, no se puede diferenciar un residuo de otro, la mezcla huele a bosque y no desprende calor.

Tabla 1 Problemas que se pueden presentar (causas y posibles soluciones) en el compostaje

Problema	Causa	Solución
Mal olor	Falta de aireación (Exceso de humedad y/o Nitrógeno, poca mezcla) Trozos de residuos muy pequeños	Incorporar material marrón (hojas secas, aserrín, viruta, césped seco) en trozos grandes: ramitas, cartón. Asegurarse que tenga buen drenaje y mezclar el compost.
Descomposición lenta	Falta/exceso de material rico en carbono	Agregar materiales secos o marrones o incorporar materiales verdes, preferentemente bosta, según corresponda.
Moscas y/o roedores	Presencia de carne, lácteos o comidas elaboradas	Retirar los residuos, cubrir con cartón y tapar la compostera.
Hormigas	Exceso de cítricos	Retirar el material y cubrir la compostera.

Fuente: Manual para la sensibilización comunitaria y educación ambiental – Gestión integral de Residuos Sólidos. INTI. Argentina

El compostaje fue una práctica común en China desde el año 2000 antes de Cristo. En el municipio de San José de Las Matas, el compostaje casero es una práctica común, a raíz de la implementación del proyecto Basura Cero.



Foto 4 Fabricación de aboneras y abonera terminada en el municipio de San José de Las Matas.



Foto 5 Fabricación de aboneras y abonera terminada en el municipio de San José de Las Matas.

En nuestro país el contenido de materia orgánica de la basura representa la parte mayoritaria, un promedio de 58% de los residuos domésticos en el Gran

Santo Domingo, según el último estudio realizado en el 2011⁴. A nivel nacional, este valor debería ser mayor, dado que esta fracción aumenta en las poblaciones rurales. Por lo que el compostaje representa una gran oportunidad de valorización de la materia orgánica, la cual es retornada a la tierra en forma de humus para las plantas y cultivos.

Beneficios del compostaje

- Reducción de la cantidad de residuos depositados en los vertederos con la consecuente disminución de los potenciales impactos ambientales derivados: contaminación de las aguas y el suelo por lixiviados, contaminación del aire por emisiones de biogás, malos olores, desarrollo de vectores transmisores de enfermedades asociadas al mal manejo de los residuos sólidos, etc.
- Disminución del consumo de abono de origen químico, contribuyendo a la conservación de la calidad natural de los suelos.
- Reaprovechamiento de la materia orgánica la cual se reintegra al ciclo natural.

2.6 VERTIDO ILEGAL

¿Qué es el vertido?

De acuerdo a la Norma para la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos No Peligrosos, vertido es la disposición de residuos en un espacio y condiciones determinadas. Dependiendo de tales condiciones, se podrán provocar impactos negativos al entorno circundante, poniendo en riesgo la salud de las personas y causando el deterioro ambiental.

¿Qué se entiende por ilegal?

Es todo acto contrario o violatorio a la normativa vigente, establecida en un país, nación o demarcación territorial. La normativa abarca las leyes, normas, ordenanzas, decretos, tratados y convenios internacionales de los cuales el país sea signatario, etc.

¿A qué se refiere el vertido ilegal?

⁴ Plan Maestro para el Manejo Integral de Desechos Sólidos en el Gran Santo Domingo. JICA-BID. 2013

En materia de residuos sólidos, nos referimos a la acción de verter o disponer los residuos sólidos de forma inadecuada en lugares no establecidos o permitidos por la autoridad competente, ya sea por particulares o las municipalidades, según lo establecido en los artículos 106 y 107 de la Ley 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales.

La constitución de la República reconoce como finalidad principal del estado, la protección efectiva de los derechos de la persona humana, así como la preservación y protección del medio ambiente en provecho de las presentes y futuras generaciones, logrando un adecuado manejo sostenible de los Recursos Naturales; así como también habitar en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo y preservación de las distintas formas de vida, del paisaje y la naturaleza.

En ese sentido y tomando en cuenta las disposiciones emanadas de la Ley 64-00 sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, como marco regulador, se establecen las sanciones que tiene cada persona moral o jurídica frente a la ejecución de las acciones que impacten, menoscaben o deterioren los recursos naturales y el medio ambiente y por ende la calidad de vida de los dominicanos y dominicanas que de una u otra manera interactúan con dicho medio.

Sanciones y amonestaciones aplicables

En cuanto a las sanciones administrativas, el art 167 de la Ley 64-00 establece, que el “Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales queda facultada para disponer las siguientes medidas:

- 1) Multa desde ($\frac{1}{2}$) salario mínimo hasta tres mil (3,000) salarios mínimos vigentes, en las fechas en las fechas en que cometió la infracción, en función de la dimensión económica de la persona física o jurídica que causo el daño y de la magnitud de los daños causados.
- 2) Limitación o restricción de las actividades que provocan el daño o riesgo al medio ambiente, o si fuera el caso, sujeción de las mismas a las modalidades o procedimientos que hagan desaparecer dicho perjuicio o riesgo. También los numerales 3 y 4, y los párrafos 1 y 2 del mismo artículo.

El Art.169 establece, que sin perjuicio de las sanciones que señala la Ley, todo el que cause un daño al medio ambiente o a los recursos naturales tendrá responsabilidad objetiva por los daños que pueda ocasionar, de conformidad con la presente ley y las disposiciones complementaria, así mismo estará obligado a repararlo materialmente a su costo, si ello fuere posible e indemnizarlo conforme a la ley”.

2.7 CONSENSO PÚBLICO PARA LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA “SPAN”

2.7.1 El problema SPAN

El síndrome NIMBY (“**Not In My Back Yard**” por sus siglas en inglés; en español, “no en mi patio trasero) o SPAN (**Sí Pero Aquí No**) se refiere a la reacción de los ciudadanos cuando, sin oponerse a las actividades “per se”, se organizan para enfrentarse a los riesgos que supone la instalación en su entorno inmediato de ciertas actividades o facilidades que son percibidas como peligrosas o debido a sus externalidades (consecuencias directas derivadas).

Para garantizar el éxito de un manejo integral de los residuos sólidos es imprescindible contar la participación activa y consciente de la población, dado que el proceso inicia precisamente con el control y manejo en la generación y el almacenamiento temporal, ambas funciones dependientes de cada ciudadano/a.

El manejo integral de los residuos sólidos requiere la instalación de facilidades específicas, de acuerdo al tipo de tratamiento que se decida llevar a cabo para su valorización, así como para su disposición final. Si se les preguntara a los ciudadanos de una determinada comunidad su opinión respecto a la necesidad de contar con este tipo de instalaciones, lo más probable es que se obtenga una respuesta 100% positiva al respecto. Sin embargo, si se les preguntara su disposición a aceptar que las mismas fueran ubicadas en su entorno inmediato, lo más probable es que su respuesta sea 100% negativa.

Las infraestructuras para el manejo de los residuos sólidos son objeto frecuente del síndrome anterior. Hay que reconocer que estas instalaciones conllevan impactos directos a la población y al medio ambiente en general: malos olores, desarrollo de vectores transmisores de enfermedades, presencia de material

particulado en el aire circundante, producción de biogás y lixiviados, entre otros. De ahí que sea necesario un adecuado control de estos efectos negativos, a fin de garantizar la salud y el bienestar general de la población, así como la protección de los recursos naturales. Por lo tanto, es comprensible que la población se sienta amenazada al momento de conocer la intención de instalar en su entorno alguna que otra de dichas infraestructuras; sobre todo si tenemos en cuenta que en nuestro país no existe a la fecha ninguna experiencia de manejo adecuado de dichas infraestructuras. Hay que reconocer que la experiencia de instalación de vertederos controlados, “rellenos sanitarios” operados en RD no han sido satisfactoria, dejando claro que solo a través de un diseño cuidadoso, acompañado de una operación adecuada, mediante el uso de tecnologías apropiadas a nuestro entorno y a las condiciones socioculturales de nuestros municipios y regiones; se podrá dar respuesta a la necesidad de disponer adecuadamente los residuos sólidos no aprovechables.

Cuando se trata de localizar rellenos sanitarios/vertederos controlados, estaciones de transferencia, plantas de selección/clasificación, incineradoras de residuos sólidos, entre otros; la experiencia no sólo en nuestro país, sino a nivel mundial, demuestra que lograr la aceptación de la población involucrada es uno de los aspectos más difíciles; llegándose en muchos casos a desestimar la ubicación de las mismas en lugares que técnicamente cumplen todas las condiciones; pero donde las comunidades han presentado una fuerte oposición.

2.7.2 Consenso público: ¿Solución al problema SPAN?

La realidad es que existe una fuerte oposición por parte de la población a la instalación en su entorno inmediato de cualquier tipo de infraestructura de manejo de residuos. Para superar estos obstáculos es esencial el establecimiento de mecanismos de participación y de desarrollo de consenso público.

Es de suma importancia presentar las externalidades positivas como ventajas para la comunidad y/o de adoptar medidas compensatorias para las poblaciones afectadas. Entre las externalidades positivas que podrían señalarse en el caso de un sitio de disposición final, se encuentran: el mejoramiento de las vías de acceso, generación de gas y/o electricidad para consumo doméstico e industrial, generación de empleos, creación de áreas verdes producto de zonas

de amortiguamiento y del cierre posterior del sitio, entre otras. También podrían considerarse incentivos al municipio donde se encuentra la facilidad, como menor pago por el servicio de los residuos depositados. En el mismo sentido, podrían considerarse tarifas de servicio más bajas para los ciudadanos. Como medidas compensatorias podrían construirse y/o equiparse escuelas, centros de salud, áreas de recreación, etc., a fin de mejorar la calidad de vida de la población en cuestión.

Se hace necesario promover el diálogo y el consenso para evitar, eliminar o minimizar los conflictos. Esto sólo se lograría mediante una metodología de trabajo conjunto que logre la genuina implicación de los comunitarios en su autogestión ambiental. Partiendo de este enfoque, las nuevas corrientes plantean subordinar los objetivos puramente técnicos o económicos a objetivos más amplios, que tomen en cuenta, ante todo, la vida en sus dimensiones física, psicológica y social. Así, la ubicación de una infraestructura de manejo de residuos sólidos, como por ejemplo un relleno sanitario, no puede ser seleccionada considerando solamente criterios/indicadores objetivos.

La metodología a desarrollar para lograr el consenso público tendría como objetivo aumentar los niveles de participación de los comunitarios en la solución de los problemas ambientales, y específicamente, en lo relativo al manejo de residuos. La misma debe partir del acercamiento sincero y transparente a la comunidad desde la etapa inicial del proyecto, donde se identifican sitios potenciales para su desarrollo.

Se requiere involucrar y ganar la confianza de la comunidad como paso previo a la aceptación de un proyecto de tal naturaleza. Un primer paso podría incluir reuniones con representantes de los grupos comunitarios organizados (juntas de vecinos, asociaciones culturales y deportivas, etc.); a fin de poner en conocimiento y explicar el proyecto para que luego ellos lo transmitan a la comunidad. También es importante concitar el apoyo de actores claves que inciden en la cadena del manejo de residuos y las autoridades de salud y de educación, entre otros. Incluso, podría considerarse previamente la conformación de un “Comité para una Gestión Integral de Residuos Sólidos”, integrado por actores comunitarios, cuya responsabilidad sería participar conjuntamente con las autoridades municipales en la búsqueda de una solución

integral y sostenible al problema de los residuos sólidos.

Otro aspecto importante será el intercambio de experiencias cuando comunidades hayan vivido experiencias exitosas, donde se hayan implementado proyectos.

2.7.3 Pautas para la construcción de consenso público

- Proveer a la comunidad de información clara y explicación consistente
- Considerar los negociadores meta entre los habitantes
- Designar claramente la persona de contacto y la persona que tomará decisiones
- Organizar un marco interno para ganar la guerra de información
- Aclaración del alcance del proyecto para ser revisado con la participación pública
- Ganar confianza a través de la comunicación sincera y transparente.

Es importante responder todas las preguntas y comentarios de los habitantes desde el anuncio del sitio definitivo. Las preguntas de los habitantes cubren un amplio rango de temas. No solo de la construcción, sino de la operación del vertedero. Por lo tanto, el equipo de toma de decisiones debe estar establecido, quién tendrá la responsabilidad de los asuntos del vertedero, tanto en la fase de construcción como de operación.

Tabla 2 Lista de Cotejos para el consenso público entre los habitantes y las partes interesadas

Interrogantes y opiniones emitidas por los habitantes en cada fase

Fase	Interrogantes y opiniones importantes emitidas por los habitantes
Plan básico para el tratamiento de residuos (plan maestro para el manejo integral de residuos sólidos)	(1) ¿Está claro el objetivo de la reducción de residuos y el reciclaje? (2) ¿Está la facilidad en su capacidad excesiva? (3) ¿Por qué esta facilidad es necesaria? (4) ¿Cuál es su relevancia respecto a otras facilidades? (5) ¿Debe el sitio ser descentralizado para evitar la concentración de la carga en una sola área?
Selección del sitio	(1) ¿Quién decidió la ubicación del sitio definitivo? (2) ¿Cómo se decidió este sitio? (3) ¿Cuál es la razón de la selección definitiva del sitio? (4) ¿Han sido resueltos problemas pasados con los habitantes? (En caso de que haya habido). (5) ¿Puede el sitio ser escogido basado en la encuesta ambiental? (6) ¿Cómo las áreas aledañas a la facilidad serán desarrolladas luego de su construcción? (7) ¿Pueden los residentes participar en la selección del sitio? (8) ¿Puede la información ser divulgada en una etapa preliminar?
EIA (Evaluación de Impacto Ambiental)	(1) ¿Cuáles son los impactos ambientales? (2) ¿Olor? (3) ¿Contaminación del agua? (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.) (4) ¿Contaminación del aire? (NOx, SOx, polvo, HCl, Dioxina, etc. si se planea un incinerador) (5) ¿Problema del sonido y la vibración? (6) ¿Problema del impacto de los camiones de basura? (incremento de tapones, mal olor, problema sonoro) (7) ¿Problema con moscas y aves? (Si se planifica para vertedero) (8) ¿Serán tomadas medidas contra impactos? (9) ¿Cómo será implementado el monitoreo ambiental?
Relación con los residentes	(1) ¿Es apropiada la selección de los habitantes meta? (¿No sólo están siendo consideradas las opiniones de algunos habitantes?) (2) ¿Cuáles son los beneficios para los habitantes locales? (Nuevas vías, empleo local, facilidades compensatorias) (3) ¿Quién es la persona a cargo de la comunicación con los habitantes? (4) ¿Cómo serán reflejadas las opiniones y pedidos de los habitantes?

Fase	Interrogantes y opiniones importantes emitidas por los habitantes
Construcción/operación de la facilidad	(1) ¿Puede ser concluido el acuerdo de prevención de contaminación con los habitantes? (2) ¿Cómo serán anunciados los resultados del monitoreo ambiental? (3) ¿Si ocurriese algún problema durante los resultados del monitoreo cuál sería la medida a tomar?

Fuente: Equipo proyecto JICA

2.7.4 Estructura para el desarrollo de consenso público

Corresponde al municipio dar todos los pasos y agotar todos los recursos para asegurar que la comunidad será tomada en cuenta y que será informada de manera clara y transparente en cuanto al proyecto que se pretende desarrollar. Si el proyecto es desarrollado por un ente privado, la autoridad municipal acompañará al promotor en este proceso, dado que por ley le corresponde el manejo de los residuos en su localidad. Es altamente recomendable conformar una estructura que sería responsable de todo el proceso de desarrollo de consenso con la comunidad. En la siguiente figura, se presenta una propuesta de estructura.

El equipo de toma de decisiones tiene toda la responsabilidad, desde la construcción hasta la operación del vertedero.

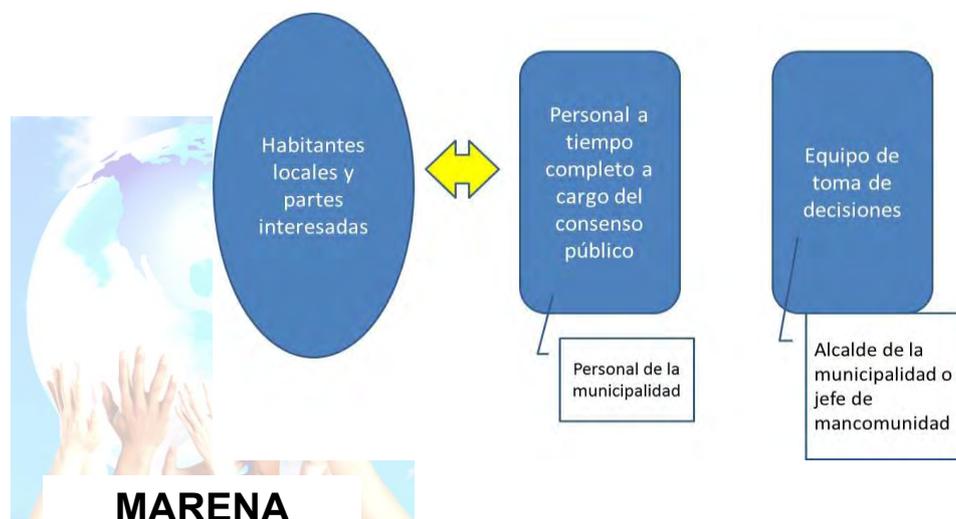


Figura 6 Esquema de las partes involucradas en un consenso municipal
¿Cuál es el rol a desempeñar por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales?

Básicamente, servir de soporte técnico de la municipalidad y asegurar que la

comunidad es informada adecuadamente. No es responsabilidad del Ministerio el desarrollo de consenso público con las comunidades, lo cual es competencia de los ayuntamientos. Sin embargo, una vez se presenta el estudio de impacto ambiental correspondiente a un proyecto en cuestión, la ley obliga a la realización de vistas públicas con la participación obligatoria de representantes del Ministerio.

2.7.5 Algunos puntos a considerar para el desarrollo del consenso público relativo a la instalación de un SDF

Previo al desarrollo de cualquier proceso de consenso público, es importante destacar que la selección de un sitio de disposición final responde primeramente a criterios técnicos y legales, a fin de proteger la salud de la población y los recursos naturales. Sin embargo, la decisión final no debe depender solo de indicadores objetivos. Es necesario tener en cuenta indicadores subjetivos, es decir tener en cuenta a la opinión de las comunidades afectadas.

El proceso de selección de un SDF abarca tres etapas básicas:

- 1) Identificación de sitios potenciales
- 2) Evaluación de los sitios identificados
- 3) Selección del sitio definitivo

Es altamente recomendable involucrar a la comunidad, desde la etapa inicial, cuando se están identificando alternativas de ubicación.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible (Río+20), realizada en Río de Janeiro en junio de 2012, el principio 10 de la Declaración de esta conferencia, ratifica la necesidad de la participación ciudadana en la problemática ambiental, al establecer:

“El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la

sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre estos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.

Entre 2012 y 2014, se celebraron cuatro reuniones de los puntos focales de los países signatarios y catorce reuniones de grupos de trabajo. En noviembre de 2014 los países dieron inicio a la fase de negociación del acuerdo regional, creando un Comité de Negociación con miras a concluir su labor a más tardar en diciembre de 2016.

2.8 PARTICIPACIÓN CIUDADADANA EN PROYECTOS DE MIRS: EXPERIENCIA DE SÁNCHEZ, SAMANÁ

El municipio de Sánchez es uno de los tres municipios modelos seleccionados por el proyecto de “Fortalecimiento en la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos” –FOCIMIRS, para elaborar sus planes de MIRS y ejecutar un proyecto piloto que abarque uno de sus componentes. En ese sentido, el municipio decidió implementar la separación de los residuos sólidos en la fuente y la recolección selectiva.

En los diferentes estratos sociales del municipio no existía un manejo adecuado de los residuos, ni acciones enfocadas a una cultura o educación basada a la práctica de reducción y/o clasificación de residuos, tanto en las escuelas, como los hogares. Luego de realizar la caracterización de los residuos en el municipio, se determinó desarrollar la separación de los residuos en la fuente y recolección selectiva, como uno de los componentes del Plan de Manejo Integral de los Residuos Sólidos (MIRS), el cual debe ser elaborado y ejecutado desde el 2015 hasta el 2031.

Para la implementación del **Proyecto Piloto** (P.P.) se seleccionaron tres sectores (Play Abajo, Los Rieles y Hoja Ancha) de los tres estatus sociales (alto, medio, bajo), con la finalidad de separar los residuos y realizar la recolección calendarizada, durante ocho meses.

Se inició con la presentación del proyecto a los actores claves del municipio, Presidentes de las Juntas de Vecino, Directores y profesores de las diferentes escuelas y colegios, entre otros. Se procedió a capacitar al equipo conformado para desarrollar las actividades.

Además, la entrega de materiales (gorras, T-Shirt, zafacones, contenedores, calendarios, bolsos para compras), para la labor de separación de residuos en 400 hogares.



Foto 6 Charla a municipales



Foto 7 Entrega de materiales a la alcaldía de Sánchez

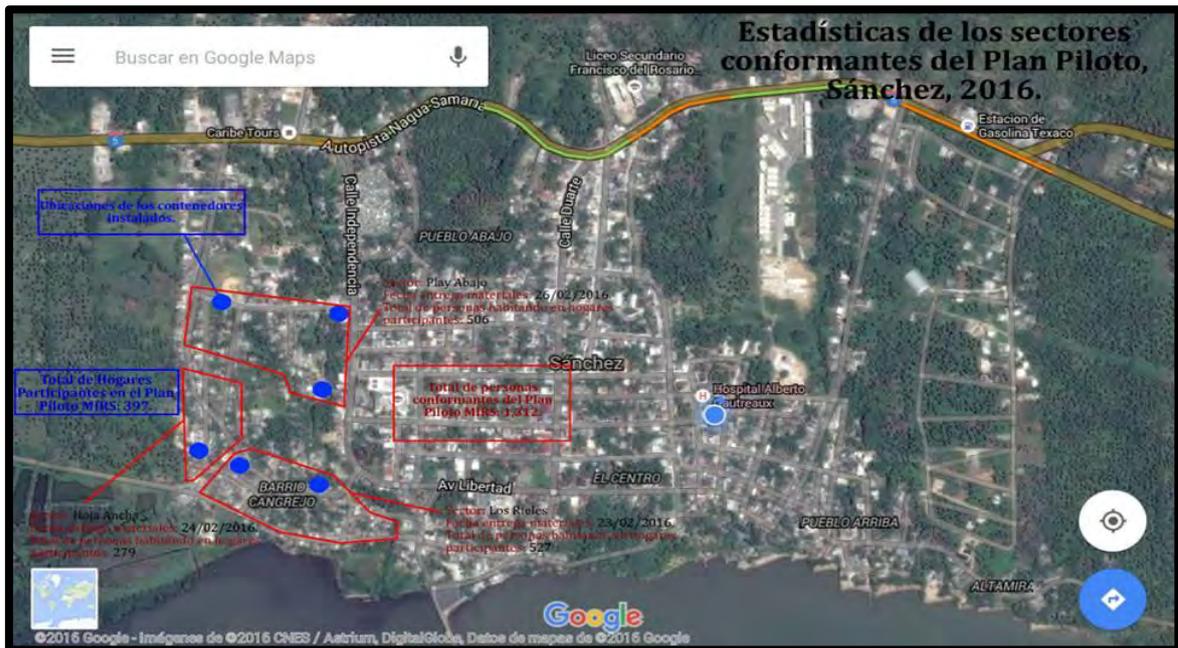


Figura 7 Mapa ubicación sectores del Proyecto Piloto en Sánchez

Luego de explicada la importancia de proyecto sobre separación de residuos sólidos domiciliarios, se les hizo hincapié a los comunitarios asistentes, que, si bien el plan MIRS será una gran solución y esperanza de rehabilitación medioambiental para Sánchez, es responsabilidad de la alcaldía cumplir con las acciones que le corresponde, también los municipales son responsables directos de que el proyecto tenga éxito, a través de una conciencia comprometida y dedicada a ser ejemplo para el resto de la municipalidad.



Pesaje semanal de los residuos.



Ubicación de los contenedores en puntos estratégicos.



Reunión con municipes.



Separación de los residuos

Foto 8 Actividades en el PP en Sánchez

Dificultades en la implementación del P.P.

- Limitaciones presupuestarias para la ejecución de las actividades.
- Inexistencia oficial de UGAM en el Ayuntamiento
- Enlace entre empresas recicladoras y la comunidad.



Foto 9 Múltiples actividades desarrolladas en el municipio de Sánchez.

2.9 BUENAS PRÁCTICAS DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN MIRS EN RD

En el país, desde hace muchos años, se vienen realizando esfuerzos de cara a la concienciación ciudadana para mejorar el manejo de los residuos sólidos. Vale destacar algunas iniciativas importantes que se han desarrollado en términos de educación y difusión de buenas prácticas ambientales, veamos:

- El proyecto SABAMAR (2002-2006), el cual procuraba el establecimiento de mecanismos eficaces para la recolección y disposición de residuos sólidos domésticos en zonas de difícil acceso del DN, a través de 3 actividades complementarias: creación de microempresas de residuos, sensibilización de los usuarios y el fortalecimiento de la capacidad de gestión institucional para manejo de los RSU.
- En el 2004, se elaboraron con el financiamiento del BID, a través de la Secretaria de Estado de Educación y la Cooperación Técnica Alemana, guías didácticas sobre educación ambiental relativas a desechos sólidos dirigidas a maestros, las cuales fueron reeditadas en el 2013.
- En el año 2008 quedaron constituidos la RED GIRESOL DOMINICANA y el Comité de Coordinación Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos –CCN-GIRESOL, a través de la cooperación triangular Alemania - México y República Dominicana. Dicha red organizó la capacitación de la “Primera generación de promotores ambientales para la Gestión Integral de Residuos Sólidos”. Luego en 2009, se llevó a cabo en México la capacitación de instructores, quienes posteriormente serían responsables de la formación de la “Segunda generación de promotores ambientales”, realizada en el 2010. En 2011 se firma un acuerdo de colaboración interinstitucional entre las organizaciones que conformaban el CCN-GIRESOL, el cual permanece hasta la fecha y está formado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Ministerio de Salud Pública –MSP, el Ministerio de Educación –MINERD , el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo –MEPyD, la Liga Municipal Dominicana –LMD, la Federación Dominicana de Municipios –FEDOMU y la Red Nacional Empresarial de Apoyo a la Protección Ambiental –ECORED, La formación de la tercera generación de promotores ambientales estuvo

enfocada en el saneamiento de vertederos, bajo los auspicios de la GIZ.

- En el 2010, el Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal –CEDAF inició un programa educativo en centros escolares llamado “Yo reciclo”, con el auspicio del Banco Popular Dominicano. Luego en el 2013, el programa se denominó “Yo Reciclo con puntos limpios”, ya que el mismo no se limitaría a la parte educativa, sino que se proponía además la creación de puntos limpios. A finales del 2013 existían alrededor de 100 puntos limpios ubicados en centros educativos del Gran Santo Domingo, Santiago, La Vega y Moca. Los programas 3Rs del CEDAF, auspiciados por el sector privado, han llegado más de 700 centros educativos, de acuerdo a informes suministrados por la institución.
- En el año 2010, el ayuntamiento de San José de Las Matas inició la implementación del programa “Basura Cero”, con el apoyo de la GIZ, en tres sectores específicos: Ojo de Agua, Los Jardines y Ensanche Las Palmas. El desarrollo de este proyecto implicó un fuerte componente de capacitación y sensibilización comunitaria. El cambio de hábitos de la población fue la parte más difícil. En tal sentido, se capacitó un grupo de promotoras para comunicarse con los hogares, quienes mantienen un acompañamiento y supervisión sistemática. Las escuelas apoyaron ampliamente el proceso.
- En el año 2011, el CEDAF bajo el auspicio ARS Universal y SERIGRAF y con el apoyo del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Educación, realizó la puesta en circulación de la GUÍA LAS 3Rs: REDUCE – REUSA – RECICLA, un documento de investigación sobre las 3Rs.
- La Red Nacional de Apoyo Empresarial para la Protección Ambiental –ECORED, con el apoyo del Banco Interamericano de Desarrollo a través del FOMIN, desde el 2013 ha iniciado proyectos de clasificación y recogida selectiva con formalización de los segregadores informales (buzos) en los municipios de Santo Domingo Este, Samaná y SPM, que incluyen la sensibilización e involucramiento los comunitarios del sector donde se ejecutan los mismos.
- En abril del 2013 se desarrolló la primera “Semana Nacional del Reciclaje” auspiciada por el Ministerio de Medio Ambiente, con el apoyo del Comité Coordinador Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos

–CCN-GIRESOL y otras organizaciones de la sociedad civil, con el objetivo de sensibilizar a toda la población sobre la problemática de los residuos sólidos y promover la cultura del reciclaje. En dicha semana se lanzó la campaña “Clasificando Aportas” auspiciada por ECORED, la cual se difundió por los distintos medios de comunicación con el apoyo de la Liga Municipal Dominicana. La semana nacional de reciclaje es una iniciativa con carácter permanente y se realiza cada año en el mes de mayo, alrededor del 17 de mayo, declarado como el “Día Mundial del Reciclaje” o “Día Internacional del Reciclaje”.

También se han desarrollado proyectos de manejo de residuos sólidos y actividades de educación ambiental y sanitaria auspiciadas por las oficinas locales de organismos y agencias internacionales para la cooperación y el desarrollo (BM, JICA, GIZ, UNICEF, PNUD, USAID, UE, AECI), ONGs (CIECA, IDDI, CEUR/PUCMM, CEDAF, CEDECO, Centro Juan Montalvo), los ayuntamientos e instituciones relacionadas a los mismos como la LMD y FEDOMU; sectores empresariales, asociaciones y microempresas comunitarias FUCOSAGUACIGUA, FUNDSAZURZA, ESCOBA), entre otras instituciones y organizaciones. Tradicionalmente, se han desarrollado programas de educación ambiental desde el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Educación.

PARTE II

3 PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y CONCIENCIACIÓN PÚBLICA

3.1 CONFORMACIÓN DEL EQUIPO RESPONSABLE DEL PROCESO DE EA

A pesar de que la Ley 64-00 de Medio Ambiente y Recursos Naturales y la Ley 176-07 del Distrito Nacional y los municipios asignan la responsabilidad de la educación ambiental a la Unidad de Gestión Ambiental Municipal (UGAM), entendemos que a fin de garantizar la adecuada planificación y ejecución del proceso de EA y de concienciación pública, se hace necesario que cada ayuntamiento cree una estructura operativa que vincule todas las instancias que tengan relación directa o indirecta con el manejo de los residuos sólidos y la participación comunitaria. Para desarrollar proyectos, programas o planes, es necesario contar con una estructura organizacional o un equipo de trabajo que sea responsable de planificar y ejecutar todas actividades/acciones, de manera eficaz y eficiente, pero sobre todo, sustentable en el tiempo.

No todos los ayuntamientos cuentan con la misma estructura organizacional, por lo que no podemos establecer una estructura única. Cada ayuntamiento deberá conformar la misma, de acuerdo a las unidades estructurales y funcionales relacionadas al tema en cuestión que existan en el mismo. A continuación indicamos las posibles instancias que podrían ser parte de la estructura organizacional o del equipo propuesto para tan esencial actividad:

- La Unidad de Gestión Ambiental Municipal –UGAM
- Departamento/Unidad de Aseo Urbano
- Departamento/Unidad de Participación Comunitaria
- Departamento/Unidad de Desarrollo Social
- Departamento/Unidad de Salud y Género
- Departamento de Relaciones Públicas y Comunicación

3.2 INVESTIGACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL MRS

El primer paso de la planificación del proceso de EA es evaluar las condiciones actuales de la educación y la participación ciudadana en el MRS en la comunidad o sector en cuestión. Debe recolectarse la información necesaria sobre la situación y la problemática actual del manejo de los residuos sólidos para su análisis posterior, mediante la realización de distintas actividades, como investigaciones de campo, encuestas, talleres, discusiones con grupos de interés, y actores claves, reuniones de discusión, etc.

Las actividades de concientización pública deben abarcar todos los sectores y grupos de la sociedad en el área-meta, tanto en el ámbito urbano como rural. Por otro lado, los temas no deben ceñirse solo temas relativos al manejo de los residuos, sino que deben incluir aspectos generales sobre el medio ambiente, a fin de impulsar los cambios de comportamiento deseados.

3.2.1 Situación actual en la comunidad

A continuación, se indican aspectos fundamentales a considerar:

- Problemas de MRS existentes y sus causas
- Identificación de instituciones y organizaciones relacionadas con el MRS
- Grado de comprensión del público sobre Manejo de Desechos Sólidos (conservación del medio ambiente).
- Cumplimiento de las personas de las reglas sobre la colocación de los desechos para su recolección
- Actividades de los segregadores.
- Nivel de satisfacción de los servicios existentes de limpieza, recolección y transporte.
- Nivel de concientización de las personas en cuanto a MRS.
- Asociación entre sociedades civiles, negocios y el gobierno
- Voluntad de las personas de pagar por el servicio de limpieza, recolección y transporte.

En el transcurso de la recolección de información, es conveniente identificar personas claves que podrían asumir las actividades de concientización para las comunidades en el futuro.

Cada municipio tiene características diferentes, pero mucha similitud en el manejo de los residuos sólidos. De igual manera, se encuentran grupos de personas que actúan de manera diferente. La sociedad de clases constituye una división jerárquica basada principalmente en las diferencias de ingresos, riquezas y acceso a los recursos materiales. Es básico para el ayuntamiento saber cómo está constituido su municipio. Por lo general existe la clasificación de tres tipos de clases sociales: Clase alta, clase media y clase baja.

Aunque a veces, se segregan en otras divisiones, de igual manera, es necesario conocer cuánto de cada grupo hay en el municipio para facilitar el proceso de enseñanza, ya que en cada grupo se puede utilizar distintas herramientas de aprendizaje y difusión de información.

3.2.2 Situación actual en centros educativos

Los centros educativos públicos y privados constituyen espacios de gran importancia, dado que los niños y jóvenes trasladan sus conocimientos y sus buenas prácticas al ámbito familiar. De ahí la importancia de considerarlos para el proceso de EA y concienciación pública.

La situación actual de las escuelas en cuanto a educación ambiental y MRS debe conocerse y comprenderse lo más exactamente posible, a través de herramientas apropiadas tales como talleres, discusiones en grupo focal, encuestas, inspecciones del lugar, etc. Se deben incluir los siguientes puntos

- El número de escuelas que tienen educación ambiental y actividades de manejo ambiental, comprensión e interés de los maestros, materiales didácticos, métodos, etc.
- Educación pública actual de MRS y otros asuntos ambientales incluyendo los grupos meta, métodos, proveedores de educación ambiental, materiales didácticos.
- Posibilidad de colaboración entre las escuelas y la comunidad local.

3.2.3 Evaluación de la situación encontrada

Es necesario el análisis de cada problema, identificando sus causas, los impactos asociados y el/los responsables(s) del mismo. Igualmente, se deben identificar las posibles soluciones para los problemas señalados, teniendo en cuenta las partes interesadas en todas las fases de las actividades necesarias

para resolver los problemas. Por interesados se entienden las personas, instituciones y organizaciones interesadas en el desarrollo o en el resultado del plan. Es recomendable presentar los resultados en forma de una matriz donde se vislumbre el problema, causas, impactos, responsables, posibles soluciones y partes interesadas.

3.3 DEFINICIÓN DE PROBLEMAS PRIORITARIOS Y OBJETIVOS GENERALES DEL PLAN DE EA

No todos los problemas tienen el mismo nivel de importancia. Por otro lado, no es posible enfrentar todos los problemas al mismo tiempo. Luego del análisis de la situación actual de la EA y la participación ciudadana, se deben establecer las prioridades de intervención. A continuación, algunos criterios para la selección de los problemas prioritarios:

- Nivel del problema
- Escala geográfica del problema
- Urgencia para solucionar el problema
- Capacidad técnica para manejar el problema
- Capacidad financiera para manejar el problema
- Disponibilidad de recursos humanos para la realización de actividades
- Impacto esperado luego de la solución del problema

Luego de identificadas las prioridades, se deben definir el/los objetivo(s) general(es) a lograr en cada problema prioritario identificado.

3.4 ELABORACIÓN DEL PLAN GENERAL DE EA Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD

Basado en el análisis y evaluación de los resultados encontrados y del establecimiento de prioridades, se decidirán estrategias, acciones y medidas apropiadas para aumentar la concienciación pública sobre MIRS, considerando las condiciones locales y los recursos disponibles. La secuencia a seguir sería como sigue:

- Definir OBJETIVOS GENERALES, es decir, resultados a alcanzar. Deben ser evaluables/verificables y con un plazo para su cumplimiento.
- Elaborar un PLAN DE ACCIÓN, en el cual se identifican los medios para

alcanzar los objetivos (tareas, actividades, recursos, responsables)

- CONTROLAR el cumplimiento de los objetivos determinando “indicadores” de medida cuantitativos.
- EVALUAR los resultados alcanzados.

Las necesidades de cambio ambiental serán los “objetivos” del plan. Las formas de conseguirlos se formularán en “estrategias de acción” y mediante “actividades” y “recursos” se darán salida a las “estrategias”.

Las estrategias se refieren a las medidas/acciones a emprender para alcanzar los objetivos y determinan los frentes donde debemos actuar. El diseño de una estrategia se basa en los siguientes elementos: (a) alcance de la misma, (b) público meta (c) contenidos, (d) redacción de un plan de trabajo e) selección de los medios de comunicación.

Es necesario la definición de planes de acción, en los cuales se concretiza y especifican de manera más detallada las medidas/acciones a ejecutar.

Es necesario planificar también el monitoreo y seguimiento que se dará a la ejecución de las actividades planificadas, a fin de garantizar los resultados esperados y el logro de los objetivos.

3.5 ELABORACIÓN DE LOS PLANES DE ACCIÓN

Los Pasos a seguir para la elaboración de los Plan de acción son los siguientes:

1. Definir los objetivos específicos.
2. Definir las actividades para alcanzar los objetivos indicados.
3. Asignar responsables y plazo para el cumplimiento
4. Precisar los recursos requeridos para cada tarea: con quién se realizará y los medios necesarios.
5. Determinar los indicadores de control de cada tarea
6. Elaborar el presupuesto de cada tarea.

PARTE III

4 EJECUCIÓN DEL PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL Y DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN

4.1 CAPACITACIÓN DEL EQUIPO RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN

4.1.1 PROCESO DE EA

Luego de conformado el equipo responsable del proceso de EA, el paso siguiente es su capacitación. Debe elaborarse un programa básico de entrenamiento y los temas a abarcar no deben ceñirse exclusivamente a la problemática ambiental general y la gestión integral de los residuos sólidos, sino que también incluirse técnicas y herramientas relacionadas a una efectiva transmisión de conocimientos.

La capacitación es una herramienta indispensable para mejorar la actitud, conocimientos, habilidades y comportamiento de las personas. Por lo tanto, es esencial que los responsables de la educación ambiental estén capacitados/entrenados en el tema de manejo de los residuos sólidos, a sabiendas de que enseñarán o socializarán con diferentes grupos sociales.

Es recomendable solicitar el apoyo de ciertas instituciones, como MSP, LMD, FEDOMU, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, MINERD, entre otros, las cuales cuentan con técnicos capacitados en el tema que pueden ser de apoyo para llevar a cabo un programa de capacitación.

Las personas responsables de promover la participación ciudadana deben interactuar:

- Respetando las iniciativas y aspiraciones de los ciudadanos y las comunidades como corresponsables del MIRS.
- Aprendiendo de/con los ciudadanos en vez de enseñarles.
- Motivando, colaborando y cooperando con los ciudadanos en vez de supervisar, inspeccionar y dar órdenes.

4.2 COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL Y ALIANZAS PARA LA EA EN EL MIRS

Para llevar a cabo la ejecución del componente de educación ambiental en los municipios de cara al MIRS, es necesario contar con la participación de las instituciones que, de una u otra manera tienen incidencia para que los comunitarios puedan vivir en un ambiente sano y libre de contaminación. Esto implica que las autoridades municipales tienen la responsabilidad de coordinar acciones conjuntas con instituciones, como el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública, Ministerio de Educación, Policía Nacional, la Autoridad Metropolitana de Transporte, Ministerio de Turismo; entre otras, en sus representaciones locales o provinciales.

Por otro lado, se requiere el compromiso de otros actores claves, como los grupos comunitarios organizados (juntas de vecinos, clubes juveniles, clubes de madres, asociaciones de mujeres, grupos ecológicos, etc.), ONGs vinculadas a la protección del medio ambiente y/o al MIRS, asociaciones de comerciantes, etc. Las iglesias tienen un rol importante a desarrollar, dada la influencia sobre sus feligreses. Por lo que es necesario involucrarlas y establecer alianzas.

Para lograr los objetivos planificados, es de suma importancia la integración de todos los sectores sociales, aunando esfuerzos para el logro de los objetivos del MIRS. En ese sentido, sería recomendable que las autoridades municipales asuman la responsabilidad de formar un ente coordinador (llámese comité, comisión, consejo, etc.) para apoyar las acciones planificadas, el cual contará con la participación de representantes de las instituciones y actores claves mencionados.

Para lograr el involucramiento y compromiso de dicho ente coordinador con el MIRS se debe desarrollar una formación básica sobre la problemática del manejo actual de los residuos sólidos y los beneficios de una gestión integral como una alternativa de solución.

Las actividades colectivas ayudan a resolver problemas que pudieran presentarse en el manejo de residuos sólidos, a la vez que contribuyen al cambio de comportamientos individuales. Las organizaciones comunitarias toman iniciativa y ejecutan roles primarios en la promoción de la concienciación

pública. En ese sentido, el municipio o mancomunidad deben asumir la coordinación entre los servicios municipales de MIRS y las actividades de las organizaciones comunitarias y apoyar las actividades de las comunidades.

4.3 ACTIVIDADES A DESARROLLAR EN EL PROCESO DE EA

1) Reuniones de coordinación periódica con los actores involucrados

Estas coordinaciones deben ir enfocadas hacia la realización de las actividades planificadas para el logro de los objetivos establecidos en el plan. Es de gran importancia, definir e identificar los responsables directos de las acciones.

2) Talleres de Capacitación

Antes de dar inicio a cualquier plan de EA, es importante que el equipo encargado por parte del ayuntamiento para llevar a cabo tan importante labor, reciba una capacitación adecuada a la labor que debe realizar, tanto en términos del conocimiento del problemática de los residuos sólidos y de la teoría del MIRS, como también en términos de conceptos, métodos, recursos y estrategias de divulgación y comunicación de información. Dicha capacitación debe estar centrada en puntos específicos, tales como:

- a) Conocimientos generales acerca de los residuos sólidos
- b) Etapas del manejo y aspectos complementarios.
- c) Impactos del manejo inadecuado.
- d) Orientaciones específicas acerca del propósito de la implementación del plan en la comunidad.
- e) Aspectos relativos al seguimiento y monitoreo del plan.

Puntos a tener en cuenta para el desarrollo de los talleres:

- Propósito
- Número de personas a capacitar
- Tiempo establecido
- Identificación de temas
- Escogencia de los exponentes de cada taller
- Identificar tipo de instrumentos y/o materiales a utilizar para el desarrollo
- Ubicación del o los lugares donde se desarrollarán las capacitaciones
- Fecha y hora de los talleres.
- Entre otros.

3) Sensibilización casa por casa

El hábito de manejar inadecuadamente los residuos sólidos, se ha convertido en una costumbre en nuestro país. El contacto personal directo que se establece mediante la realización de visitas casa por casa constituye un excelente medio para sensibilizar a los munícipes sobre la necesidad de cambiar tales prácticas y de motivar a la participación en el nuevo modelo de gestión que se intenta implementar. La sensibilización casa por casa es un valioso recurso a utilizar, a fin de lograr el necesario cambio de actitudes y comportamientos.

Esta estrategia presenta la desventaja de que requiere de mucho tiempo, recursos humanos e incluso recursos financieros (facilitar alimentación a los colaboradores, por ejemplo). De ahí que sería necesario evaluar la realidad de cada municipio. No obstante, es posible incorporar los estudiantes de centros educativos públicos y privados, así como jóvenes pertenecientes a grupos comunitarios e incluso voluntarios por cuenta propia. Por otro lado, se pudiera gestionar el patrocinio de empresas y comercios del lugar.

Durante la realización de estas visitas, se puede hacer entrega de material informativo y educativo relativo al MIRS.

4) Puntos a considerar para la sensibilización casa por casa

- Contactar a las juntas de vecinos de los sectores involucrados, a fin de concitar su apoyo para esta actividad.
- Reunión preparatoria para identificar los sectores donde se llevaría a cabo la actividad, definir el contenido de la información básica a manejar por todos los responsables de las visitas y hacer la distribución por sector.
- Es importante que los responsables de las visitas estén debidamente identificados. En caso de usar gorras o camisetas, se recomienda evitar colores asociados a partidos políticos, sobre todo si son de gran reconocimiento público.
- Durante la realización, es importante designar un coordinador a quien podría acudir cualquier responsable directo, en caso de presentarse cualquier dificultad.

5) Reuniones comunitarias

Es importante que se realicen reuniones con la comunidad, las cuales reuniones se podrían realizar periódicamente para conocer sobre los pormenores

suscitados durante el desarrollo de las actividades y planear los próximos pasos a seguir. También pueden realizarse de manera extraordinaria, según sea necesario, de acuerdo a circunstancias las especiales que se presenten.

Se recomienda que el equipo municipal identifique personas claves y/o líderes comunitarios que puedan servir de enlaces o puentes directos para informar sobre las actividades a desarrollar sobre el manejo de los RS. Dichas personas serían responsables de difundir información, motivar a la participación activa en el proyecto.

De cara a la realización de las reuniones, se recomienda lo siguiente:

- Tener en cuenta el número de participantes. Las reuniones con personal reducido son más manejables y pueden obtener mejores resultados.
- Es necesario que las fechas y horas escogidas para realizar las reuniones sean de conveniencia para la mayoría de quienes deberán participar y así garantizar una mayor asistencia. Es conveniente establecer algún mecanismo para recordar la convocatoria a reunión (por ejemplo, perifoneo, aviso de vecino a vecino, por intermedio de las juntas de vecinos).
- En cada reunión se debe estar preparado para escuchar posibles conflictos que puedan surgir y las diferentes ideas que expuestas por los participantes.

6) Jornadas de limpieza

“Más vale una acción que mil palabras”. Las jornadas de limpieza permiten involucrar a los comunitarios en el adecenamamiento y embellecimiento de su sector. Constituyen un medio de sensibilización práctica. Enseñar con el ejemplo. Pueden servir como marco de referencia para mostrar a los comunitarios que mantener su limpio el entorno no es sólo responsabilidad del ayuntamiento y así propiciar un cambio de comportamiento.

Sería recomendable que, en algún momento, durante la realización de la jornada, algún representante de la autoridad municipal hiciera acto de presencia.

Los residuos sólidos recolectados durante la jornada, deben ser clasificados para su posterior reaprovechamiento. En este caso, es necesario hacer las coordinaciones de lugar con los agentes intermediarios para que al final de la

jornada puedan ser llevados a un punto limpio.

Antes de la realización de la jornada

- Luego de identificado el o los sectores donde se realizaría la jornada, días antes de la ejecución de la misma, se podría realizar un perifoneo para dar a conocer la realización de la jornada de limpieza.
- Realizar una encuesta en el sector para saber cómo funciona el servicio de recolección por parte del ayuntamiento.
- Hacer un recorrido de inspección del sector, a cargo del comité coordinador del proyecto, mínimo una semana antes, a fin de conocer la magnitud de los residuos a recolectar y prepararse para tal fin.
- Hacer un listado de los recursos requeridos (fundas, guantes, palas, carretillas, etc.)
- Invitar a los medios de comunicación locales.
- Coordinar con la junta de vecinos la posibilidad de monitorear las áreas objeto de limpieza, a fin de evitar que vuelvan a convertirse en microvertederos improvisados.
- La jornada pudiera terminar con una actividad lúdico-recreativa, haciendo alusión a la práctica del convite en nuestro país.

7) Charlas

Las primeras charlas estarán dirigidas a los diferentes actores claves ya identificados en la comunidad. Posteriormente se estarán realizando varias charlas de orientación a los comunitarios sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y sus beneficios en términos de protección de la salud humana y del medio ambiente.

8) Ferias del reciclaje/Talleres de elaboración de artesanías a partir de materiales desechados recuperados

Otra manera de motivar y/o involucrar/comprometer a la comunidad es mediante la realización de ferias del reciclaje y talleres de elaboración de artesanías. Estos últimos permiten que los/las comunitarios/as puedan sacarle provecho a aquellos materiales que eran considerados por ellos como “basura”, es decir, sin ningún valor, y que una vez transformados en artesanías pueden ser consumidos por ellos mismos o proporcionarles algunos beneficios económicos. Los talleres pueden diseñarse para multiplicadores o para simples

comunitarios. Amas de casas y población estudiantil joven constituyen un buen público-meta.

9) Recomendaciones

- Contactar a artesanos de la zona o fuera de ella.
- Capacitar a estudiantes o miembros de asociaciones, con aptitud para ello, para que puedan ser artesanos-multiplicadores
- Tener un stock de materiales reciclables a ser utilizados en los talleres de realización de manualidades o artesanías, solicitando la colaboración de los comunitarios.
- Elaborar una lista de materiales requeridos y solicitar su aporte a los participantes.
- Elaborar una lista de verificación de los resultados, con un antes y un después de la implementación de dichos talleres.

10) Programas de separación en la fuente y compostaje casero

Los programas piloto de separación en origen para recuperación de materiales reciclables y compostaje en escuelas, universidades, instituciones públicas, etc., constituyen excelentes medios para motivar y concienciar de cara al MIRS.

11) Ventas de Garaje

Las ventas de garaje constituyen un medio excelente para promover las 3Rs, a la vez que permiten la adquisición a bajos precios de artículos en desuso para unos y de utilidad para otros.

12) Concursos, reconocimientos e incentivos

¿Cómo puede participar la comunidad en el logro de los objetivos del MIRS?

- 1) Participando en las charlas, talleres, jornadas de limpiezas auspiciadas por el ayuntamiento.
- 2) Con la disminución de residuos en origen a través de la compra responsable de productos con menor cantidad de embalaje o que sean elaborados a través de modos de producción cuidadosos del ambiente.
- 3) Al consumir productos elaborados a través de modelos de producción limpia o bajo normas estrictas de protección ambiental.
- 4) Separando en origen los residuos que genera, permitiendo su

incorporación como materia prima en una cadena productiva, contribuyendo así al uso racional de los recursos naturales.

- 5) Respetando los días de recolección.
- 6) Almacenando los residuos de manera adecuada y en el lugar designado hasta el día establecido para su recolección.
- 7) Pagando la tarifa del servicio de recolección.
- 8) Colaborando con el ayuntamiento en el momento de elegir un sitio de disposición final, llegando a un consenso aportando alternativas favorables para ambos.

Justo es estimular y premiar la buena participación de los comunitarios en el MIRS. La realización de concursos, la entrega de reconocimientos y el establecimiento de incentivos a los usuarios del servicio constituyen excelentes medios para reconocer las buenas prácticas y promover la cooperación de todos los involucrados. Incentivos como una rebaja en el precio a pagar por la tarifa o la entrega de bonos para compra en establecimientos comerciales locales podrían contribuir a promover la participación activa de la población.

4.4 DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN A LA COMUNIDAD

Una parte importante de la responsabilidad del manejo de residuos sólidos urbanos descansa en una población consciente de sus responsabilidades, teniendo en cuenta que es precisamente en el seno de la población donde se inicia la primera etapa de todo el proceso: la generación y manipulación al interior de la vivienda y su presentación posterior en la vía pública para su recolección.

La educación y participación activa del público son necesarias para que una ciudadanía informada pueda asumir la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos. Lograr la participación responsable de la población requiere el desarrollo e implementación de una adecuada estrategia de divulgación que tome en cuenta el trasfondo cultural del país y del lugar específico, a fin de incentivar/mejorar la cooperación de los comunitarios y garantizar la sostenibilidad del sistema. Dicha estrategia deberá tener en cuenta no solo

aspectos directamente relacionados con el manejo de los RS, sino también de otros de carácter global relacionados con la problemática ambiental en general. De este modo, educación ambiental, divulgación de información y participación pública van de la mano.

Divulgación es la acción y efecto de divulgar, es decir, de difundir, promover o publicar algo para ponerlo al alcance del público. Por lo tanto, está asociada a la tarea de comunicación. Previo a esta acción, es necesario saber qué es lo que se va a difundir o informar, a quién (público meta), cómo (medio/método), dónde y para qué (objetivo).

En este caso el objetivo es lograr la sensibilización y concienciación de la comunidad sobre el manejo adecuado de residuos sólidos con enfoque de 3Rs y aprovechamiento de materiales desechados. Una vez conocida la realidad de la comunidad, se deben verificar varios puntos:

- La identificación de los actores claves involucrados (Juntas de vecinos, líderes comunitarios, escuelas, iglesias, organizaciones comunitarias y otros grupos de interés).
- La identificación del o los sectores a los cuales les será llevada la información
- Identificación del equipo coordinador con los actores claves y los sectores involucrados.
- Cantidad de habitantes residentes en el área donde se pretende llevar la información.
- Cantidad de viviendas
- Comportamiento en la recolección de residuos por parte de las autoridades municipales.

Para suministrar la información requerida y lograr el impacto deseado en la población, se pueden utilizar todos los medios, métodos y estrategias de comunicación que sean necesarios.

- Visitas casa por casa / Contactos personales
- Reuniones con la comunidad
- Entrega de volantes, folletos, hojas o boletines informativos
- colocación de letreros, carteles y vallas en puntos públicos estratégicos de

la vía pública

- Línea telefónica/call center
- Internet
- Videos/documentales
- Medios de Comunicación de Masas
- Campañas
- Otros

4.5 RECURSOS Y MEDIOS/MÉTODOS PARA LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

La selección de los medios y métodos a utilizar para la divulgación y comunicación de la información requerida hacia la comunidad depende de diferentes factores. En primer lugar, se debe tener en cuenta la disponibilidad de recursos financieros consignados en el presupuesto y de recursos humanos (en términos de cantidad y disponibilidad de tiempo). También, es necesario considerar la naturaleza de actividad, programa o proyecto que se desea implementar.

Existe una amplia variedad de medios (impresos o no) que pueden ser utilizados para la comunicación con los munícipes, cada uno con sus ventajas y desventajas, las cuales deben ser analizadas a la luz de la realidad, tanto del ayuntamiento como de la comunidad misma. Se destacan:

1) Visitas casa por casa (contacto personal)

Permiten un contacto directo con los comunitarios, lo que aumenta la posibilidad de que comprendan mejor el mensaje y puedan resultar sensibilizados respecto al mismo.

2) Reuniones comunitarias

En este caso, es importante establecer contacto con los líderes de las juntas de vecinos, quienes serían colaboradores en la convocatoria y coordinación de las reuniones. Es importante definir quién sería la persona de enlace con el ayuntamiento. Las juntas de vecinos representan un gran apoyo en las actividades relacionadas con la gestión integral de los residuos sólidos.

Las reuniones, dependiendo del objetivo de la misma, pueden realizarse con la participación de todos los comunitarios (por sectores) o con representantes de

los directivos de las juntas de vecinos de los distintos sectores del municipio. Es necesario crear lazos de confianza y respeto mutuo, a fin de establecer una buena relación con los líderes comunitarios y otros actores claves. Esto requiere de tiempo y de un accionar sincero y honesto de parte de las autoridades, evitando la manipulación.

3) Entrega de volantes, folletos, hojas informativas, boletines

a. Volantes

Es una forma sencilla de dar publicidad a alguna actividad o de difundir una información concreta. Generalmente se imprimen en una mitad de hoja, sea de un lado o ambos lados. Contienen información breve y específica. Deben ser didácticos, de fácil lectura y preferiblemente con representaciones gráficas (imágenes e ilustraciones). El tamaño de la letra debe permitir una lectura rápida. El mensaje debe ser directo y comprensible.

Pueden ser entregados en las visitas casa por casa, en las reuniones con la comunidad o durante la recolección. Permiten llegar a una gran cantidad de personas; sin embargo, su impacto es a corto plazo.

La cantidad a imprimir está determinada por el número de residentes del área en cuestión.

b. Folletos

Un folleto es un impreso de pocas hojas que se emplea con fines divulgativos o publicitarios. Es un pequeño documento diseñado para entregarse a mano o por correo. Tiene una finalidad informativa cuando se emplea para comunicar temas de interés a la comunidad. Debe ser un resumen con los principales puntos del mensaje informativo o técnico, donde se tiene que describir el problema y la propuesta de solución.

Se utiliza para dejar plasmada la información cuando se va a dar una charla o puede entregarse previamente a reuniones, talleres y conferencias.

En el caso de la promoción/sensibilización a la gestión integral de residuos sólidos, se pueden utilizar folletos elaborados por otras instituciones, así como también el ayuntamiento puede crear sus propios materiales educativos. No obstante, hay que considerar el costo de elaboración e impresión. También puede gestionarse el financiamiento por terceros.

c. Hojas o boletines informativos

Las hojas y boletines constituyen un medio excelente para mantener informada a la comunidad y al personal propio del ayuntamiento sobre el avance de las actividades y proyectos del municipio, indicando los logros alcanzados. Además, Los boletines generalmente contienen uno que otro artículo para propiciar la concienciación pública.

4) Colocación de carteles/letreros y vallas en la vía pública

Los carteles, letreros y vallas consisten en un aviso que se pone en un lugar público para difundir información. Contienen un mensaje de naturaleza visual que puede estar compuesto por texto, imágenes y otros recursos gráficos. Deben ser de fácil lectura y contar con un contraste de colores (colores oscuros y claros), con el objetivo de lograr el fuerte impacto visual deseado. Las letras deben ser sin brillo y en alto relieve. Dependiendo si se diseñan para ser vistos por transeúntes o desde vehículos, el tamaño es diferente y adecuado al fin.

En cuanto a la ubicación, los letreros, carteles y vallas deben ser colocados en lugares visibles, de modo que pueden ser vistos por cualquier residente o conductor, dependiendo si estos están destinados a uno u otro público.

En resumen, el mensaje debe ser:

- Impactante, de modo que atraiga la mirada del residente.
- Sencillo y de fácil comprensión desde el primer vistazo.
- Con texto breve y directo, en relación con la imagen.
- De colores llamativos y contrastantes para que se destaque del entorno.

5) Línea Telefónica (call center)

La habilitación de una línea telefónica a través de la cual la comunidad pueda recibir respuestas a sus necesidades es una opción a considerar por las autoridades municipales. Algunos ayuntamientos del país cuentan con este servicio. Tal es el caso del ADN y de Moca. Esta línea puede también servir como canal para la recepción de quejas de los usuarios.

6) Internet (Pagina web, redes sociales)

De acuerdo a la realidad y necesidades propias de los municipios y dado el alcance y facilidades que ofrece el internet, se puede considerar el uso de este recurso para la difusión de información y sensibilización/concienciación a los

residentes.

La creación de un correo electrónico y una página web, así como el uso de las redes sociales (twitter, facebook, instagram, etc.) son medios de bajo costo, que además representan un ahorro de tiempo. Son herramientas poderosas, sobre todo si se quiere llegar a la población infantil y juvenil.

7) Producción de videos/documentales

Los videos y documentales constituyen excelentes instrumentos didácticos, prácticos y dinámicos para mostrar problemas, promover soluciones, estimular la cooperación de los munícipes, incitar a las buenas prácticas, llamar a la reflexión y provocar cambios de actitud y comportamiento en relación al manejo adecuado de los residuos sólidos. Hay que reconocer que tienen un costo elevado. Sin embargo, siempre es posible gestionar su financiamiento, por lo que es una opción que no debe ser descartada de antemano.

8) Uso de MCM (radio, TV, periódico/revista local)

Los medios de comunicación de masas –MCM, sobre todo la televisión y el radio son medios excelentes para la concienciación ciudadana, dado que utilizan elementos básicos de comunicación como la palabra, el silencio, la música y el sonido. Su gran desventaja es el costo. Es clave conseguir la colaboración o el apoyo de estos medios para transmitir información relativa al MIRS.

9) Campañas

Normalmente se difunden mediante un lema o slogan, el cual no es más que una frase corta (entre cuatro a seis palabras como máximo) conteniendo un mensaje claro, directo y comprensible, de modo que pueda ser memorizado fácilmente por el público receptor. El slogan debe resumir el objetivo de la campaña. Los lemas o slogans en sí mismos constituyen un medio de sensibilización, por lo que no tienen que estar asociados necesariamente a una campaña.

10) Otros medios y métodos de divulgación

- El diseño de la **factura de cobro** del servicio puede contener un espacio destinado a servir como medio de información comercial o educativa.
- **La realización de concursos/reconocimientos** entre distintos sectores de

la comunidad estimula la colaboración de los munícipes, traduciéndose en cambios de comportamiento.

- **Los afiches** suelen ser un medio de comunicación muy efectivo, dado su gran impacto visual. Pueden colocarse en centros educativos, establecimientos comerciales, espacios públicos, centros de salud, instituciones públicas y privadas, etc. Su elaboración puede ser objeto de concurso.
- **La pintura de murales** constituye un medio excelente para recuperar y embellecer espacios, a la vez que se transmite un mensaje. Pueden contener o no información escrita. Esta técnica de divulgación está en auge en el país.
- **Los Operativos/jornadas de limpieza** transmiten un mensaje a los residentes. Su impacto es a corto plazo.
- **Las visitas a instalaciones de MRS**, tales como estaciones de transferencia, facilidades de tratamiento intermedio y sitios de disposición final, destinadas fundamentalmente a grupos escolares, permiten que los involucrados conozcan qué pasa con la “basura” una vez se la recoge el camión, evidenciándose los impactos ambientales resultantes de un manejo inadecuado.

4.6 MONITOREO Y EVALUACIÓN

Completando el ciclo de mejora continua, es necesario realizar el monitoreo y la evaluación de las actividades de comunicación de información educativa, así como de simple transmisión de un mensaje, con el fin de conocer y valorar la eficacia del contenido y los métodos de divulgación utilizados, de cara al logro de los objetivos del MIRS.

Con la frecuencia establecida se deberá monitorear el nivel de divulgación y de satisfacción de los usuarios del servicio. El personal responsable deberá verificar si existen puntos críticos/ problemáticos o quejas de la población.

- Encuestas de Satisfacción y adquisición de conocimientos
- El monitoreo se realizará principalmente mediante encuestas de satisfacción y adquisición de conocimientos. En las reuniones comunitarias también pudieran conocerse las quejas de los residentes. A continuación, se

presenta un ejemplo de hoja de monitoreo.

Tabla 3 Hoja de monitoreo percepción ciudadana

Hoja de Monitoreo				
Información y Comunicación con la Comunidad				
Area de Monitoreo:				
Nombre (entrevistado/a):				
Fecha :..... Encuestador:				
No.	Cuestionario	Si	S/R	No
1	¿Conoce usted la frecuencia del nuevo servicio de recolección?			
2	¿Ha recibido usted una información previa y explicación antes del comienzo del nuevo servicio de recolección?			
3	¿Por qué medio se enteró de la información?			
	a. Volantes	<input type="checkbox"/>		
	b. Carteles/Lettreros	<input type="checkbox"/>		
	c. Reuniones en la comunidad / de vecinos	<input type="checkbox"/>		
	d. Encuestas	<input type="checkbox"/>		
	e. Otros (mencionar):	<input type="checkbox"/>		
4	¿Está usted cumpliendo con la información suministrada (cómo sacar la basura, frecuencia y horario de recolección)?			
5	¿Está usted satisfecho con el "Proyecto de Mejoramiento del servicio de Recolección"?			

Fuente: Manual para la Difusión de Información a la Comunidad - ADN 2005

Call Center para recepción de quejas

La vía telefónica es un medio apropiado para la recepción de las quejas de los usuarios. La misma línea telefónica puede servir para informar y atender necesidades de los clientes, así como para recibir las quejas.

El sistema de monitoreo establecido debe abarcar actividades que permitan el control del vertido ilegal. Deberán establecerse carteles/letreros/vallas alusivas a esta mala práctica, indicando las sanciones correspondientes. También deberán identificarse los lugares donde se realiza esta acción y mantener un monitoreo con mayor frecuencia inicialmente, el cual podrá disminuir a medida que se confirme el cambio de comportamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayuntamiento del Distrito Nacional, Dirección General de Aseo Urbano y Equipos (Proyecto de Seguimiento al Manejo Adecuado de los Residuos Sólidos en Santo Domingo de Guzmán, Distrito Nacional, Agencia de Cooperación Internacional del Japón). 2011. Manual para la Difusión de Información a la Comunidad.
- Mazzeo, N.M. 2012. Manual para la sensibilización y educación ambiental: gestión integral de residuos sólidos urbanos. 1ª ed. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial (Argentina). ISBN 978-950-532-187-2.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud, Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal (Proyecto Manejo Integral de Desechos Sólidos para Municipios de la República de El Salvador: PROMADES). 2009. Lineamientos para la formulación del plan de manejo integral de desechos sólidos (MIDS) para Municipios de El Salvador.
- Nippon Koei, Kokusai Kogyo, Nippon Koei LAC. 2013. Plan Maestro para el manejo integral de los residuos sólidos en la Mancomunidad de Ayuntamientos del Gran Santo Domingo. Resumen Ejecutivo.
- Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. 2003. Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales, Informe analítico de República Dominicana.
- Organización Panamericana de la Salud, Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Banco Interamericano de Desarrollo. 2010. Informe de la evaluación regional del manejo de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe 2010.
- Gabinete de Educação Cívica e Promoção Ambiental del Municipio de Maputo. Plano Estratégico de Educação Cívica - Esboço versão final.
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. “Norma para la gestión ambiental de los residuos sólidos no peligrosos” NA-RS-001-03.



**Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el
Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la
República Dominicana**

**Manual de Gestión Financiera Y
Asociación Público-Privada
para la Gestión Integral de Residuos Sólidos**

Mayo 2017



GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ADN	Ayuntamiento del Distrito Nacional
APP	Asociación Pública-Privada
CCN-GIRESOL	Comité Coordinador Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos
CONARE	Comisión Nacional para la Reforma del Estado
ET	Estación de Transferencia
FEDOMU	Federación Dominicana de Municipios
FOCIMiRS	Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo Integral de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional en la República Dominicana
GIS	Sistema de Información Geográfica
GIRS	Gestión Integral de residuos sólidos
MEPyD	Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo
MIREX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MIRS	Manejo Integral de residuos sólidos
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PO	Plan de Operaciones
PPC	Producción per Cápita
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
RS	Residuos sólidos
RSM	Residuos sólidos municipales
RSU	Residuos sólidos urbanos
SEMARNAT	Secretaría Mexicana de Medio Ambiente y Recursos Naturales

CONTENIDO

PRESENTACIÓN		1
1 Marco legal.....		2
1.1 Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos (NA-RS-001-03).....		2
1.2 Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (RSM).		2
1.3 Ley No. 176-07 del Distrito Nacional y los Municipios.....		2
1.4 Ley No. 340-06, sobre Compras y Contrataciones de Bienes, Servicios, Obras y Concesiones con modificación de la Ley 449-06		4
2 Sistema de Contabilidad para el Manejo de Residuos Sólidos		5
2.1 Costos relacionados con MIRS		6
2.2 Sistema de contabilidad para el MIRS		6
2.3 Beneficios de un sistema de contabilidad		18
3 Medidas para mejorar la sostenibilidad financiera del MIRS		18
3.1 Medidas sin necesidad de presupuesto adicional		18
3.2 Establecer y cobrar tarifas por los servicios		19
4 Proyectos del sector público.....		25
4.1 Formulación de un proyecto del plan del MIRS		26
4.2 Optar por fondos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).....		26
4.3 Solicitar préstamos.....		30
5 Alianza Pública Privada.....		33
5.1 ¿Qué es Alianza Pública Privada (APP)?		33
5.2 Beneficios y Riesgos de la Alianza Pública Privada (APP)		33
6 Opciones de Alianza Pública Privada.....		36
6.1 Tipos de APP		36
6.2 Comparación de las Posibles Opciones de APP.....		38
7 Criterios para la Selección Óptima de APP		41

7.1 Modalidades de APP.....	41
8 Procedimientos para elaborar proyectos de APP	42
BIBLIOGRAFÍA.....	46

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Formato de Ingresos de Manejo de Residuos Sólidos	7
Tabla 2	Formato de Costos de Manejo de Residuos Sólidos.....	7
Tabla 3	Los costos del manejo de residuos sólidos y tendencias en el manejo de residuos sólidos en Japón	8
Tabla 4	Modelo de estructura de planificación del gasto.....	11
Tabla 5	Modelo de estructura de planificación del gasto en recolección y transporte*	15
Tabla 6	Diferencias entre proyectos públicos y privados	26
Tabla 7	Beneficios de la Alianza Pública Privada.....	34
Tabla 8	Riesgos de la Alianza Pública Privada	34
Tabla 9	Comparación de las Posibles Opciones de APP	38
Tabla 10	Comparación de opciones para Construye-Opera-Transfiere (CTO) y sus variantes.....	40
Tabla 11	Naturaleza de la Alianza Público-Privada en la Implementación de Estrategias.....	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Flujo de información de la base de datos para el MIRS en los municipios.....	6
Figura 2	Tendencias en los gastos en el manejo de los residuos sólidos en Japón hasta el año 2010.	13
Figura 3	Tendencias en los gastos en el manejo de los residuos sólidos en Japón hasta el año 2010.	14
Figura 4	Tipos de tarifas, en base a la generación	21
Figura 5	Ejemplo de tarifa fija por estrato social	24
Figura 6	Flujo de la aplicación del SNIP	28
Figura 7	Flujo de la fase de pre inversión de un proyecto	29
Figura 8	Amortización del capital.	30
Figura 9	Grafica de espectro de acción pública-privada	45

PRESENTACIÓN

Debido a que las municipalidades deben tener suficiente capacidad para controlar el desempeño de todas sus actividades en la gestión de los residuos sólidos, se hace necesario que los municipios implementen un sistema de gestión financiera, con miras a lograr una mayor eficacia y eficiencia en los servicios que ofrecen a la población.

En ese sentido, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales inició en enero del 2014 el “Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en el Manejo de los Residuos Sólidos a Nivel Nacional (FOCIMIRS)”, con el apoyo del pueblo japonés a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), el cual tendrá una duración de tres años.

Durante las discusiones del proyecto, se identificó la necesidad de preparar materiales de apoyo que servirían de soporte a los municipios para la preparación de sus planes de MIRS. De ahí que se contemplara la elaboración de manuales que aborden todas las etapas del manejo de los residuos, así como otros aspectos de vital importancia para garantizar una gestión integral sostenible de los residuos sólidos.

Es así como nace el “Manual de Gestión Financiera de los Residuos Sólidos Municipales”, con la finalidad de dotar a los ayuntamientos de un instrumento que les permita realizar la preparación, estimación previa y análisis de los costos del manejo, así como de los ingresos; con lo cual podrán elaborar el requerido presupuesto para la ejecución de un servicio de calidad. Este manual describe los pasos a seguir para el establecimiento de un sistema de contabilidad para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos –MIRS.

Objetivo del Manual

Proveer una herramienta para que los municipios puedan desarrollar la capacidad de elaborar un sistema de contabilidad para el manejo integral de residuos sólidos, que permita entender la condición financiera de cada municipio. El sistema de contabilidad de cada municipio puede ser desarrollado en colaboración con la sede central del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y sus Direcciones Provinciales.

1 Marco legal

A continuación se muestran las legislaciones relacionadas con a la gestión financiera para el MIRS:

1.1 Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos (NA-RS-001-03)

En el punto 3, “De los principios”, el acápite 3.9 indica: “El fortalecimiento de las finanzas municipales es esencial para una gestión de residuos satisfactoria. Para asegurar el financiamiento del servicio, se podrán establecer sistemas de tarifas y cobros municipales. Los sistemas de tarifas deberán incorporar diferenciaciones con relación a la generación, nivel de ingreso, tipo de actividad productiva o cantidad generada, según sea el caso. La modalidad de cobranza será establecida por cada municipalidad.”

1.2 Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (RSM).

En el punto 5 sobre “Lineamientos generales de la Política de gestión de residuos sólidos municipales”, la línea de acción 5.4 establece, en su acápite 5.4.3 (a) que “a los ayuntamientos les corresponde el diseño y la aplicación de un sistema tarifario y de cobranza del servicio a los usuarios comunitarios. Para la realización de estas actividades los municipios están facultados para suscribir contratos o convenios con instituciones privadas o públicas”.

- En 5.4.3 (c) sobre “Definir roles específicos y mecanismos institucionales” se plantea: “A nivel municipal: para acceder a los recursos del gobierno central, los municipios presentarán su Plan de Gestión Integral de RSM, a través del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. La disponibilidad de fondos, y eventuales subsidios, otorgados por el gobierno central estarán supeditados al cumplimiento de las metas planteadas en los respectivos planes, así como a la disposición y compromiso de impulsar y facilitar la conformación de mancomunidades”.

1.3 Ley No. 176-07 del Distrito Nacional y los Municipios

- El artículo 211 sobre “Formas de Gestión” establece que “Los servicios

municipales podrán gestionarse mediante alguna de las siguientes formas:

- ✓ Gestión directa: a) Gestión por la propia entidad municipal; b) Organismo autónomo municipal; c) Entidad pública empresarial municipal; d) Sociedad mercantil municipal, cuyo capital social pertenezca íntegramente al municipio o a un ente público de la misma.
 - ✓ Gestión indirecta: a) Concesión o delegación; b) Gestión interesada; c) Arrendamiento; d) Sociedad mercantil y cooperativas legalmente constituidas cuyo capital social pertenezca parcialmente al municipio; e) Consorcio.
- En el artículo 216 sobre “Proyectos de Obras” se indica: “Los proyectos de obras deberán constar de planos, presupuesto de realización y memoria en que se incluya relación detallada y valoración aproximada de terrenos y construcciones que hayan de ocuparse así como condiciones económicas y técnicas. Párrafo.- Los ayuntamientos seguirán los estándares y parámetros fijados por las diferentes sectoriales de la administración pública en la construcción de obras”.
 - El Artículo 217 sobre “Colaboración de los Organismos, Entidades e Instituciones Gubernamentales y Profesionales Externos” señala: “Cuando los ayuntamientos carezcan de personal técnico en su nómina para la elaboración de planes y proyectos de obras o de instalación de servicios, podrán solicitar la colaboración técnica de organismos, entidades e instituciones gubernamentales y de la sociedad civil o proceder a la contratación de profesionales externos”.
 - Artículo 218 sobre “Planes de Obras y Servicios Municipales” establece: “Las obras comprendidas en los planes y proyectos de obras y servicios municipales, llevarán anexa, si fuere requerida, la declaración de utilidad pública y la necesidad de ocupación de los terrenos y edificios en ellos comprendidos a efectos de su expropiación”.
 - El Artículo 219 sobre “Obras Intermunicipales estipula: “Cuando una obra interese a dos o más municipios, ésta podrá realizarse mediante acuerdo de los ayuntamientos interesados”.
 - El Artículo 220 sobre “Capacidad para Contratar” indica: “Los ayuntamientos tendrán capacidad para concertar contratos para la adquisición de bienes y

servicios siempre que los mismos no sean contrarios al interés público, al ordenamiento jurídico vigente y a los principios de buena administración. Párrafo.- El sistema de compras, concesiones, adjudicaciones de obras y contrataciones de bienes y servicios de las administraciones municipales estará sujeto a los principios de publicidad, transparencia, igualdad de posibilidades para interesados y oferentes, promoción de la competencia, y la responsabilidad de los funcionarios municipales encargados”.

1.4 Ley No. 340-06, sobre Compras y Contrataciones de Bienes, Servicios, Obras y Concesiones con modificación de la Ley 449-06

Define como la facultad que el Estado otorga a particulares, personas naturales o jurídicas para que por su cuenta y riesgo construyan, instalen, mejoren, adicionen, conserven, restauren, produzcan, operen o administren una obra, bien o servicio público, bajo la supervisión de la entidad pública concedente, con o sin ocupación de bienes públicos.

Además de las Normas especiales para la contratación de concesión de bienes, obras y servicios; Capítulo III, Normas especiales para los contratos de concesión de obras públicas; Capítulo V, Proceso de contratación; Capítulo VI, Adjudicación y contrato de concesión.

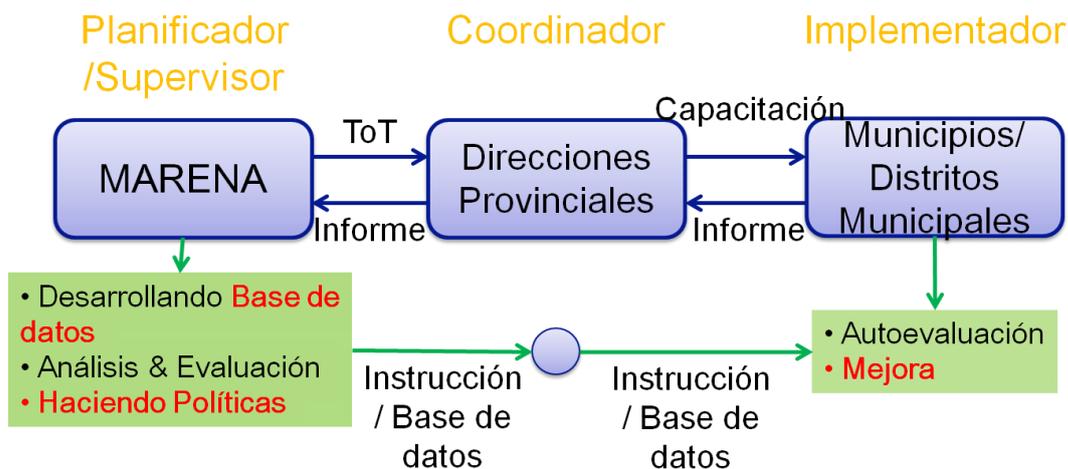
2 Sistema de Contabilidad para el Manejo de Residuos Sólidos

Los sistemas de contabilidad son desarrollados exclusivamente para mantener el orden y la transparencia en un área específica; de ahí la importancia de que se implemente en el municipio tal sistema, en lo relacionado al manejo de los residuos.

La implementación de un sistema de contabilidad permitirá la comprensión de la situación financiera municipal en materia de manejo de residuos sólidos, la estimación de los costos requeridos y la identificación de los medios para asegurar los fondos necesarios para el presupuesto de ejecución del plan de manejo integral de residuos sólidos.

Para el desarrollo de un sistema de contabilidad para el manejo de los residuos sólidos es necesario que los municipios instalen una base de datos, la cual permite el almacenamiento de grandes cantidades de información que se agrupa o estructura de forma organizada, de modo que se pueda encontrar y utilizar fácilmente.

El proyecto FOCIMIRS contempla la creación de una base de datos, mediante la cual la información recopilada y registrada en las municipalidades se envía a las direcciones provinciales y luego a la sede central. Esta información servirá de base para el cálculo de los indicadores establecidos para el análisis y la evaluación de los avances del sistema de manejo integral de los residuos sólidos establecido a nivel nacional. La figura 1 ilustra el flujo de la información.



→ **Desarrollo de la Capacitación/Instrucción & Sistema de Informes/Base de datos**

Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

Figura 1 Flujo de información de la base de datos para el MIRS en los municipios

2.1 Costos relacionados con MIRS

2.1.1 Costos directos

Estos son los costos en los que incurre el municipio para brindar los servicios de MIRS, entre los cuales se encuentran: personal, servicios, materiales y suministros consumidos, consumo de activo fijo y bienes intangibles y gastos financieros.

2.1.2 Costos indirectos

Se refiere a otros costos en los que incurre la municipalidad vinculada a los servicios de MIRS, que pueden ser a un personal asignado de manera proporcional de tiempo necesario para ejecutar alguna actividad.

2.2 Sistema de contabilidad para el MIRS

Se hace necesaria la implementación de un sistema de contabilidad para el manejo integral de residuos. Existen tres pasos para el desarrollo del mismo como se explica a continuación.

2.2.1 Paso No.1: Recopilación de información

Desarrollar los formatos, recopilar y registrar los datos relacionados a las distintas operaciones y aspectos involucrados en el manejo de los residuos

sólidos. Los formatos para registro de información deben ser sencillos y de fácil llenado (dentro de lo posible). Se debe registrar lo que se hace y hacer lo que se registra. Los formatos de contabilidad deben ser establecidos, considerando las partidas actuales manejadas en los municipios del país y luego se incorporarán nuevas partidas exigidas por el MIRS.

Los formatos que se muestran a continuación están basados en las prácticas de Japón. Estos formatos pueden ser modificados mediante encuestas y necesidades que se presenten en el municipio.

Tabla 1 Formato de Ingresos de Manejo de Residuos Sólidos

No.	Ítem	Ingreso (RD\$)
1.	Fondos provenientes del Presupuesto del gobierno central	
	1.1 Presupuesto del Ministerio de Hacienda.	
	1.2 Presupuesto de LMD (si aplica).	
	1.3 Presupuesto de otras entidades gubernamentales (especificar si existen).	
2.	Fondos provenientes del Presupuesto del municipio	
	2.1 Presupuesto anual del municipio.	
	2.2	
3.	Cobro de Tarifa de recolección	
	3.1 Tarifa de recolección.	
	3.2 Tarifa de recolección para empresas, instituciones, etc.	
	3.3 Tarifa de recolección de otros generadores de residuos (si existen).	
	3.4	
4.	Subsidio de donantes, ONGs y/o proyectos específicos (si existen).	
5.	Otros (especificar).	
Total		

Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

En la tabla anterior se presenta un ejemplo de formato de ingresos para el manejo de residuos sólidos, indicando todos los posibles ingresos que presenta el municipio.

Tabla 2 Formato de Costos de Manejo de Residuos Sólidos

No.	Ítem	Costo (RD\$)		
1.	Costos iniciales			
	1.1	Costo de construcción, rehabilitación & demolición.		
		1.1.1	Instalaciones de recolección y transporte.	
		1.1.2	Instalaciones de tratamiento intermedio y reciclaje.	
		1.1.3	Instalaciones de disposición final.	

No.	Ítem		Costo (RD\$)
	1.1.4	Otras instalaciones.	
	1.2	Costo de encuestas para instalaciones (F/S, EIA, etc.).	
	1.3	Costo de contribución (en el caso de inversión multi-municipal para instalaciones).	
	Subtotal		
2.	Costos operacionales		
	2.1	Costos de personal.	
	2.1.1	Personal de gestión y administrativo.	
	2.1.2	Personal técnico y de campo.	
	2.1.2.1	Responsable de recolección y transporte.	
	2.1.2.2	Responsable de tratamiento intermedio y reciclaje.	
	2.1.2.3	Responsable de disposición final.	
	2.2	Costo de operación y mantenimiento.	
	2.2.1	Operación y mantenimiento de recolección y transporte.	
	2.2.2	Operación y mantenimiento de tratamiento intermedio y reciclaje.	
	2.2.3	Operación y mantenimiento de disposición final.	
	2.3	Costo de compra de vehículo.	
	2.4	Costo de subcontratación (<i>outsourcing</i>).	
	2.4.1	Subcontratación de recolección y transporte.	
	2.4.2	Subcontratación de tratamiento intermedio y reciclaje.	
	2.4.3	Subcontratación de disposición final.	
	2.4.4	Otras subcontrataciones.	
	2.5	Costo de contribución (en el caso de operación y mantenimiento multi-municipal).	
	2.6	Costo de encuesta de satisfacción, investigación educación ambiental y difusión a la comunidad (excepto para F/S, EIA, etc. para instalaciones).	
	Subtotal		
3.	Otros (especificar)		
Total			

Elaborado por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

En la tabla 2 se presenta un ejemplo de formato de registro de costos del manejo de residuos sólidos, indicando tanto la inversión en construcción de infraestructuras, como los costos de operación y mantenimiento.

En la Tabla 3 se muestran los costos del manejo de residuos sólidos y tendencias en el manejo de residuos sólidos en Japón.

Tabla 3 Los costos del manejo de residuos sólidos y tendencias en el manejo de residuos sólidos en Japón

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010		
Población Total (1,000person)		127,007	127,299	127,507	127,606	127,712	127,781	127,487	127,530	127,429	127,302		
Total		2,120,033	1,975,963	1,750,387	1,709,196	1,683,421	1,862,653	1,859,902	1,823,476	1,832,021	1,838,976		
Finanzas generales		1,497,631	1,480,046	1,411,268	1,353,531	1,357,926	1,350,754	1,345,236	1,343,986	1,340,785	1,352,056		
Ingresos	Fuentes de ingresos específicos												
	Gastos de la tesorería nacional	131,508	53,354	37,276	50,178	31,033	56,650	46,752	37,099	47,880	50,662		
	Gastos de la provincia	9,410	7,971	6,072	8,448	5,462	5,406	5,370	5,068	6,651	8,632		
	Tarifas y comisiones	131,418	136,731	144,119	152,860	166,229	231,113	234,965	235,077	230,928	231,862		
	Bonos municipales	292,861	235,627	91,539	76,539	61,551	125,949	107,184	85,012	99,293	82,206		
	Otros	57,205	62,234	60,113	67,640	61,220	92,781	120,395	117,234	106,484	113,558		
	Sub-total	622,402	495,917	339,119	355,665	325,495	511,899	514,666	479,490	491,236	486,920		
Gastos	Gastos del manejo de residuos sólidos	2,602,866	2,395,621	1,960,037	1,934,330	1,902,500	1,836,474	1,856,771	1,815,073	1,813,551	1,837,438		
	Costos de construcción	Instalaciones de los vehículos de recolección	-	-	-	-	-	26,182	3,130	1,873	3,037	1,539	
		Instalaciones de tratamiento intermedio	861,391	654,322	260,994	214,516	207,294	164,470	177,530	153,068	173,406	151,144	
		Sitio de disposición final	79,370	80,074	62,110	71,692	62,040	42,114	23,966	17,096	10,356	24,031	
		Otros	17,907	23,874	12,844	12,117	10,276	7,302	4,777	4,230	5,071	8,483	
		Encuestas/Estudio	10,229	7,484	6,104	3,450	2,796	4,277	3,188	3,430	3,356	3,769	
		Sub-total	968,897	765,754	342,052	301,775	282,406	218,163	209,461	177,824	192,189	187,427	
		Cuotas de sindicato (Referencia)	54,481	54,381	37,009	38,136	31,318	24,852	24,967	27,357	24,848	20,810	
	Costos de mantenimiento, etc.	Gastos de personal	610,407	588,769	561,777	550,043	534,988	522,187	519,282	495,676	473,014	488,464	
		Gastos de tratamiento	Recolección y transporte	81,568	79,309	77,212	78,861	75,538	67,048	71,687	65,967	63,975	64,792
			Tratamiento intermedio	263,008	269,099	277,061	283,153	277,656	277,683	284,230	285,512	273,069	268,864
			Disposición final	40,569	42,994	36,770	36,140	28,825	29,817	31,756	34,624	33,288	36,714
		Comisión expense s	Compra de vehículos	11,749	11,902	10,105	7,702	8,016	7,329	5,933	6,792	7,959	4,855
			Recolección y transporte	-	-	-	-	268,980	277,128	279,929	292,206	300,504	300,959
			Tratamiento intermedio	-	-	-	-	238,779	254,516	264,068	279,650	287,098	294,342
			Disposición final	-	-	-	-	47,949	48,543	52,948	46,911	44,140	43,036
		Otros	Otros	-	-	-	-	29,053	22,999	25,167	21,386	21,393	22,766
			Gastos de contratación externa	488,225	504,265	529,341	545,482	584,761	603,186	622,112	640,152	653,134	661,102
			Otros	50,929	45,193	43,950	43,210	-	-	-	-	-	-
			Estudios de investigación	-	-	-	-	3,918	1,575	1,222	1,426	1,167	1,173
Sub-total			1,546,455	1,541,531	1,536,216	1,544,591	1,513,702	1,508,825	1,536,222	1,530,149	1,505,606	1,525,964	
Cuotas de sindicato (Referencia)		271,315	277,943	285,904	272,923	250,682	241,279	243,117	247,728	249,676	234,946		
Otros		87,514	88,336	81,769	87,964	106,392	109,486	111,088	107,100	115,756	124,047		
Gastos del manejo de residuos sólidos per capita(JPN/capita/año)		20,500	18,800	15,400	15,200	14,900	14,600	14,600	14,200	14,300	14,400		

Fuente: Manejo de Residuos Sólidos de Japón, edición del año fiscal 2010, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaria del Ministro en el Manejo de Residuos Sólidos y el Departamento de Reciclaje. División de Manejo de Residuos Sólidos.

Ejemplo ficticio: Estructura de costos

El municipio de CANDAMANDAPIA atiende a una población de 150 mil habitantes y ofrece los siguientes servicios relacionados con el manejo integral de los residuos sólidos (MIRS):

- Recolección mixta: para lo cual cuenta con 25 camiones.
- Recolección separada: la cual brinda por medio de un camión, que se alquila todos los meses para brindar la recolección en rutas definidas, así como por medio de contenedores especiales (de gran volumen) los cuales se encuentran en diferentes sectores.
- Centro de recuperación de materiales valorizables: El ayuntamiento acaba de firmar un convenio de alquiler de un local, donde el municipio tendrá la infraestructura para el tratamiento de los residuos resultantes de la recolección selectiva.
- Recolección de residuos hospitalarios: Adquirió un vehículo (tipo pick up), el cual tiene un cajón acondicionado para el transporte de los residuos hospitalarios. No se cuenta con personal exclusivo para esta labor, sino que se brinda por medio del pago de horas extras al personal.
- Programa de voluntarios: Cuentan con un programa de voluntarios, principalmente para brindar charlas sobre la importancia de la gestión integral de los residuos sólidos (GIRS).

El ayuntamiento ha desglosado los costos en los cuales incurrirá para su servicio de recolección, de la siguiente manera:

Tabla 4 Modelo de estructura de planificación del gasto

Concepto	Monto Anual RD\$
1. Personal	
1.1 Personal directo	7,930,000
Incluye el salario y las cargas sociales de 25 choferes y 60 empleados que laboran en la cuadrillas de recolección. También se considera la previsión de horas extras para la recolección (actividad ocasional).	
1.2 Personal indirecto	585,000
Se incluye el 50% del salario y las cargas relacionadas del Gestor Ambiental y un Asistente (los cuales en su perfil de puesto tienen asignadas funciones de MIRS).	
2. Servicios	
2.1 Alquiler de oficina	300,000
Se alquila una oficina contigua al ayuntamiento, donde lo trabajadores de la cuadrilla guardan sus pertenencias, se pueden duchar y también se almacenan allí los implementos (como escobas) y materiales informativos sobre MIRS.	
2.2 Alquiler de camión	336,000
El ayuntamiento alquila un camión todos los meses para su programa de recolección separada.	
2.3 Alquiler para equipos de telecomunicaciones	180,000
Servicio de flotas para comunicación de la cuadrilla	
2.4 Servicio básico de electricidad	18,000
Se incluye el rubro de electricidad del centro de recuperación de reciclaje y oficina contigua al ayuntamiento.	
2.5 Servicios de información	200,000
Se incluye la edición y la impresión de posters, folletos, comerciales, entre otros., alusivos al programa de la gestión integral de los residuos sólidos.	
2.6 Servicios profesionales	250,000
Contrato de consultoría para determinar la composición de los residuos que se generan en el municipio, información necesaria para los programas a implementar.	
2.7 Seguros y otras obligaciones	600,000
Seguro de los camiones recolectores	
2.8 Capacitaciones	150,000
Se prevé enviar a los funcionarios a una serie de capacitaciones sobre MIRS, así como capacitaciones de reciclaje. En este rubro se incluye el monto en el mercado de este tipo de curso.	
2.9 Mantenimiento y reparaciones	1,000,000
Se contempla el monto que se ha presupuestado para el mantenimiento preventivo de los camiones, así como mantenimiento correctivo.	
2.10 Mantenimiento y reparación de infraestructura	500,000
El lugar donde se guardan los camiones requiere algunas mejoras, lo cual se ha planificado para el próximo año.	
2.11 Pago por disposición en el SDF (tipping fee)	12,420,000
Corresponde al monto que el ayuntamiento paga al SDF al cual lleva los residuos. (En caso de que el SDF sea gestionado por el ayuntamiento mismo, se incluye el costo de	

Concepto	Monto Anual RD\$
manejo del mismo).	
3. Materiales y suministro	
3.1 Combustibles, lubricantes y productos químicos	750,000
Pago por combustible para los camiones que prestan el servicio de GIRS. Productos de limpieza de camiones y para desinfección.	
3.2 Materiales de uso en la construcción y mantenimiento	100,000
Aunque el centro de recuperación es alquilado será necesario comprar materiales para adecuarlo al nuevo uso.	
3.3 Útiles y materiales diversos	150,000
Uniformes	
Camisetas para voluntarios	
Útiles y materiales de oficina	
Útiles y materiales de protección personal y seguridad	
Útiles y materiales de limpieza	
4. Consumo de activo fijo y bienes intangibles	
4.1 Depreciación de vehículos y camiones	12,500,000
Incluye la depreciación de los camiones que se utilizan para la recolección mixta.	
4.2 Depreciación de edificios	2,000,000
Centro de recuperación y plantel contigua al ayuntamiento	
4.3 Depreciación de mobiliarios	1,000,000
Depreciación de contenedores especiales para separación separada.	
5. Gastos financieros. Préstamos	100,000
6. Otros gastos	40,000
Derecho de circulación (placa/revista) de los vehículos de la GIRS.	
SUB TOTAL	41,109,000
Imprevistos / gastos administrativos (10%)	4,110,900
TOTAL	45,219,900

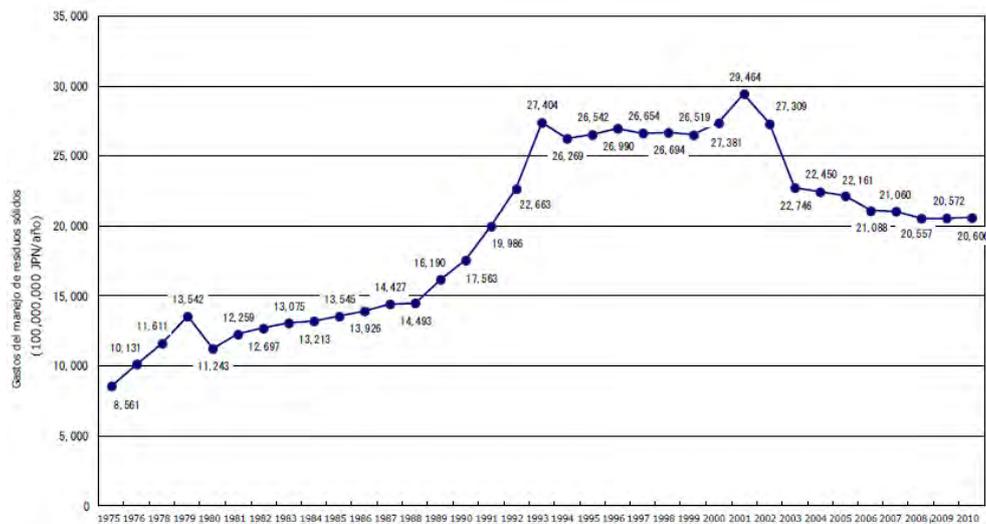
Adaptada en base al Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos del Programa CYMA. San José Costa Rica, 2012.

Nota: Este monto total será el que se utilizará para definir tarifas.

Durante muchos años, los ayuntamientos han definido sus costos para MIRS, basándose en los costos ejecutados, y no teniendo en cuenta lo que realmente deberían haber ejecutado. Por ejemplo, ingresan el costo de haber reparado un camión, pero no habían previsto contar con un programa de mantenimiento preventivo para los camiones. Esto ocasiona un círculo vicioso, pues como no se da el mantenimiento preventivo, los daños que sufre el vehículo son mayores y por lo tanto los costos también. Por esta y otras razones los ayuntamientos deben definir la planificación del próximo año y realizar un presupuesto integral las actividades relacionadas con el servicio GIRS.

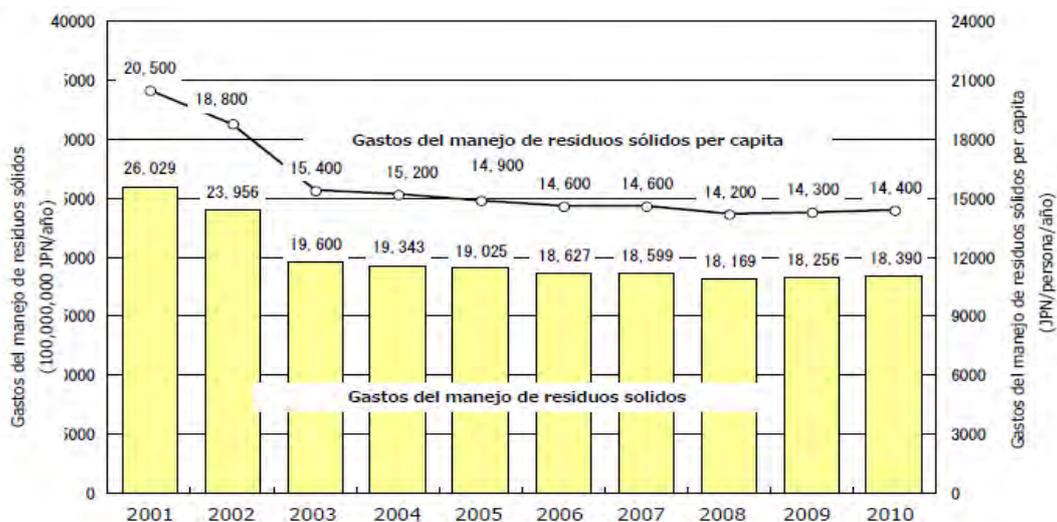
2.2.2 Paso No.2: Análisis y evaluación de datos

Una vez se tiene registrada la información, es necesario procesarla para proceder al análisis y evaluación de los datos obtenidos. Los datos resultantes pueden presentarse en forma de gráficas para una mejor comprensión y visualización de las tendencias en el manejo de los residuos sólidos. Las figuras 3 y 4 muestran las tendencias en los costos de gestión de residuos sólidos en Japón, en moneda nacional/año, desde 1975 al 2010.



Fuente: Manejo de Residuos Sólidos de Japón, edición del año fiscal 2010, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría del Ministro en el Manejo de Residuos Sólidos y el Departamento de Reciclaje. División de Manejo de Residuos Sólidos.

Figura 2 Tendencias en los gastos en el manejo de los residuos sólidos en Japón hasta el año 2010.



Fuente: Manejo de Residuos Sólidos de Japón, edición del año fiscal 2010, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaría del Ministro en el Manejo de Residuos Sólidos y el Departamento de Reciclaje.

División de Manejo de Residuos Sólidos.

Figura 3 Tendencias en los gastos en el manejo de los residuos sólidos en Japón hasta el año 2010.

Evaluar la gestión implica medir sistemáticamente, sobre una base continua en el tiempo, los objetivos alcanzados por las unidades administrativas o por las unidades ejecutoras de los programas institucionales, comparar lo ejecutado con lo inicialmente programado, a fin de disponer de información para la adopción de las decisiones más adecuadas en el momento oportuno.

La evaluación de la gestión de MIRS sirve para:

- Retroalimentar el ciclo presupuestario en curso.
- Analizar las variaciones detectadas mediante el control y determinar sus causas.
- Analizar la ejecución presupuestaria.

1) Indicadores de Desempeño

Los indicadores permiten evaluar el funcionamiento de un sistema como un todo. A continuación se muestran indicadores de desempeño del MIRS.

a. Eficiencia de Recolección y Transporte

La eficiencia de recolección y transporte refleja la relación entre los recursos financieros utilizados y la cantidad de residuos recolectados. Este indicador se define por medio a la siguiente fórmula.

Eficiencia

$$\text{de Recolección \& Transporte} = \frac{\text{Costo de recolección (RD\$)}}{\text{Residuos recolectados (ton)}} \quad (1)$$

b. Eficiencia de Disposición Final

La eficiencia de disposición final se refiere al dinero gastado por cantidad de residuos depositados en el sitio de disposición final. Refleja el costo/ton dispuesta en un vertedero controlado/relleno sanitario. Este indicador se define mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Eficiencia de Disposición Final} = \frac{\text{Costo de la disposición (RD\$)}}{\text{Residuos dispuestos (ton)}} \quad (2)$$

c. Eficiencia General MIRS

La eficiencia general del MIRS arroja información sobre el costo global del

manejo de los residuos sólidos en el municipio, sean estos sometidos a tratamiento intermedio, reciclaje o dispuestos en sitio de disposición final. Este indicador se define mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Eficiencia General del MIRS} = \frac{\text{Costos totales del MIRS (RD\$)}}{\text{Total de residuos manejados (ton)}} \quad (3)$$

Estos indicadores permiten identificar cuales municipios muestran mayor o menor grado de eficiencia. Al hacer las comparaciones entre municipios, es importante tomar en cuenta el tamaño del municipio, la densidad poblacional (persona/km²), nivel económico (PIB), entre otros factores.

Ejemplo:

Calcular la eficiencia de recolección y transporte, eficiencia de disposición final y la eficiencia general del servicio de recolección del municipio CANDAMANDAPIA que recolecta alrededor de 160 ton/día, de las cuales se disponen 140 ton/día en el sitio de disposición final.

Cálculo de eficiencia de recolección y transporte:

Para determinar el costo de recolección se consideran los costos asociados al mismo: personal, equipo de comunicaciones, seguro de vehículo, mantenimiento de vehículo, útiles/materiales, depreciación de vehículo,

Tabla 5 Modelo de estructura de planificación del gasto en recolección y transporte*

Ítem	Costo (RD\$)
1.1 Personal directo	7,930,000
2.1 Alquiler de oficina	300,000
2.2 Alquiler de camión	336,000
2.3 Alquiler para equipos de telecomunicaciones	180,000
2.7 Seguros y otras obligaciones	600,000
2.9 Mantenimiento y reparaciones	1,000,000
2.10 Mantenimiento y reparación de infraestructura	500,000
3.1 Combustibles, lubricantes y productos químicos	750,000
Uniformes, útiles y materiales de seguridad y limpieza**	100,000
4.1 Depreciación de vehículos y camiones	12,500,000
Costo total de recolección y transporte	23,656,000

*Se deben considerar todos los costos relacionados a la recolección y el transporte.

** Se tomó el monto que correspondería a estos rubros, de los RD\$150,000.00 asignados a "Útiles y materiales diversos".

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Recolección \& Transporte} &= \frac{RD\$23,696,000/\text{año}}{365 \text{ días/año} * 160 \text{ ton}} \\ &= \mathbf{RD\$405.75/ton} \end{aligned}$$

Cálculo de eficiencia de Disposición Final

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia de Disposición Final} &= \frac{RD\$12,420,000/\text{año}}{365 \text{ días/año} * 140 \text{ ton}} \\ &= \mathbf{243.05 RD\$/ton} \end{aligned}$$

Cálculo de eficiencia de la Eficiencia General

$$\begin{aligned} \text{Eficiencia General MIRS} &= \frac{RD\$45,219,900}{365 \frac{\text{días}}{\text{año}} * 160 \text{ ton}} \\ &= \mathbf{RD\$774.31/ton} \end{aligned}$$

2) Indicador de Autonomía en el MIRS

El indicador de autonomía indica si el municipio puede o no cubrir los costos del MIRS por sí solo, sin depender de fondos externos. Estos indicadores se muestran a continuación:

a. Cobertura por tarifa

La cobertura por tarifa es el índice de los ingresos por cobro de la tarifa en relación al total de costos del MIRS. Estos ingresos son los provenientes de las tarifas que pagan los usuarios del servicio de MIRS a las autoridades municipales. Este indicador se define mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura/tarifa} = \frac{\text{Ingreso por tarifa (RD\$)}}{\text{Costo total del MIRS (RD\$)}} \quad (4)$$

b. Cobertura del Municipio

La Cobertura del Municipio es el índice del costo total del MIRS por los ingresos propios del municipio, por conceptos diferentes a las tarifas relacionadas al MIRS, como por ejemplo, uso de espacio público, publicidad, permisos municipales, entre otros). Este indicador es definido mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Cobertura del Municipio} = \frac{\text{Costo total MIRS (RD\$)}}{\text{Ingresos propios de Municipio (RD\$)}} \quad (5)$$

Estos indicadores permiten identificar cuales municipios muestran mayor autonomía de fondos, comparando los costos e ingresos propios de cada uno, teniendo en cuenta el tamaño del municipio, la densidad poblacional (persona/km²), nivel económico (PIB), etc.

Ejemplo: Por año, el municipio de CANDAMANDAPIA tiene ingresos por concepto de asignación del presupuesto nacional, uso de espacio público, publicidad, permisos municipales, entre otros, los cuales ascendieron a RD\$ 170,000,000 para cumplir todo lo relacionado con la gestión municipal. De este monto, sólo RD\$ 6, 503,450 corresponden al pago de tarifas por los usuarios del servicio de recolección y transporte.

- Cálculo de cobertura por tarifa:

$$\begin{aligned} \text{Cobertura/tarifa} &= \frac{6,503,450 \text{ (RD\$)}}{45,219,900 \text{ (RD\$)}} \\ &= 0.143 \end{aligned}$$

Esto significa que por cada RD\$1.00 gastado en el MIRS, el cobro por tarifa sólo cubre aproximadamente 14 centavos.

- Cálculo de cobertura del municipio:

$$\begin{aligned} \text{Cobertura del Municipio} &= \frac{45,219,900 \text{ (RD\$)}}{163,496,550 \text{ (RD\$)}} \\ &= 0.276 \end{aligned}$$

Esto significa que por cada RD\$1.00 que recibe el ayuntamiento, se gastan casi 27 centavos en la gestión de los residuos sólidos.

2.2.3 Paso No. 3: Tomar acción

Siguiendo el ciclo de mejora continua, de acuerdo a los resultados obtenidos, se requerirá tomar medidas para mejorar la calidad, eficacia y eficiencia de los servicios ofrecidos por la municipalidad.

En esta fase se realiza el acompañamiento de la ejecución presupuestaria a través de la verificación de los resultados parciales que se van obteniendo en un período de la programación de la ejecución presupuestaria, así como su análisis al finalizar este período. La finalidad de la evaluación es determinar el

comportamiento de los elementos de la gestión de MIRS para detectar las desviaciones en la ejecución, y en caso de ser necesario, aplicar las medidas correctivas en forma oportuna.

2.3 Beneficios de un sistema de contabilidad

Existen muchos beneficios del desarrollo de un sistema de contabilidad para el MIRS en las municipalidades, dentro de los cuales se encuentran:

2.3.1 Para los Municipios y Distritos Municipales

- Comprender la realidad financiera del MIRS
- Comprender su nivel de desempeño (y compararse con otros municipios)
- Identificar causas de problemas y encontrar soluciones para la mejora.
- Mejorar los procesos
- Diseñar nuevos servicios
- Tomar decisiones sobre la manera cómo se brindará determinado servicio
- Definir la sostenibilidad de sus servicios

2.3.2 Para el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

- Entender la situación financiera actual en los municipios;
- Identificar la categoría socioeconómica de los municipios del país: bajo, medio y alto.
- Desarrollar políticas y normativas para la mejora.

3 Medidas para mejorar la sostenibilidad financiera del MIRS

3.1 Medidas sin necesidad de presupuesto adicional

La comprensión de la realidad financiera actual del municipio es el primer paso, de cara a la mejora del sistema. Existen una serie de medidas que pueden **mejorar la eficiencia en el manejo de los residuos sólidos a la capacidad actual**, sin necesidad de asignar recursos adicionales. Veamos:

1. Posicionar y asignar adecuadamente el personal involucrado en el MIRS.

2. Establecer ruta y horario de recolección mínimo y lógico¹.
3. Operación con criterios mínimos de manejo establecido por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales².
4. Examinar una adecuada asignación del presupuesto entre las diferentes áreas de servicio de un municipio.

3.2 Establecer y cobrar tarifas por los servicios

3.2.1 Establecer Tarifas

La tarifa es la estructura de costos que permite calcular el valor real de las distintas actividades del servicio de aseo urbano. En todos los casos, es preciso considerar de modo realista el grado de morosidad y el porcentaje de la población que no paga por este servicio. Las tarifas que hay que aplicar varían según las políticas que establezca el municipio.

Al establecer las tarifas de las tasas de aseo, las municipalidades deben prestar especial atención a los siguientes puntos:

- La tasa unitaria debe determinarse en base al análisis preciso de los costos de los servicios de operación y mantenimiento.
- Debe alcanzarse la responsabilidad del público en general.

Las municipalidades tienen que transparentar el costo real del servicio para establecer la tarifa apropiada y comunicarlo a los ciudadanos, a la vez que realizan actividades para el aumento de la concientización pública.

Aunque no existen en el país estudios globales sobre la voluntad de pago (VDP) de los ciudadanos en relación al servicio de aseo, lo que sí es seguro que en la gran mayoría de los casos, la tarifa es muy baja en relación a los costos y que la ciudadanía no paga por este servicio. La VDP debe aumentar a medida que crece la sensibilidad de las personas por la conservación del medio ambiente, así como por conciencia de los costos del servicio del MIRS.

Por otro lado, la capacidad de pago de los beneficiarios de los servicios de MIRS está relacionada con posibilidad financiera de pagar por el servicio recibido, la cual debe ser estudiada cuidadosamente. Según Alejandro Jáuregui

¹ Refiérase al Manual de Recolección y Transporte

² Refiérase al Manual de Disposición Final

debe existir un margen adecuado para cubrir las necesidades de pagos inmediatos en los que se debe incurrir generalmente mayor que 1% del ingreso o gasto familiar. El Plan para el Manejo Integral de los Desechos Sólidos de la Mancomunidad del Gran Santo Domingo (2011) reveló que la aplicación del mismo afectaba el ingreso familiar, en menos de un 2%.

Dado que el servicio de aseo es responsabilidad de los municipios, éstos deben hacer el mayor esfuerzo posible para recolectar las tasas de aseo a los contribuyentes, a fin de poder operar los servicios bajo condiciones financieras saludables. Los municipios deben establecer una tarifa de acuerdo a la Capacidad de Pago mientras realizan esfuerzos permanentes para aumentar la voluntad de pago.

Si aún aplicando tarifas correctas y teniendo capacidad de cobro de las mismas, las municipalidades se ven en dificultades financieras relacionadas con los servicios de MIRS, dichas dificultades deben resolverse utilizando los fondos recibidos del gobierno central u otros. Debe señalarse que el aumento de la tasa de aseo requiere la máxima precaución, ya que un aumento sin la debida justificación, provocaría malestar en las personas. Si las municipalidades se ven obligadas a aumentar el nivel de la tarifa, los siguientes puntos deben ser considerados:

- La revisión de las tarifas debe estar basada en el análisis de los costos de los servicios de operación y mantenimiento;
- El establecimiento de la tarifa debe ser transparente para la población y las autoridades deben asumir la completa responsabilidad por la misma.

Ya que la capacidad de pago depende del ingreso familiar, los municipios deben saber objetivamente el ingreso de los beneficiarios y el sistema de tarifas puede ser establecido basado en los niveles del ingreso familiar. Se recomienda fomentar el subsidio cruzado, donde las familias más ricas pagan más y las más pobres pagan menos, de modo que los costos de operación y mantenimiento pueden ser cubiertos por el cobro de tasas en su totalidad.

La tasa para establecimientos de negocios, a excepción de los pequeños o familiares, se puede establecer en base a una recuperación completa de costos. Las tasas para estos establecimientos pueden ser cobradas de acuerdo a

cantidades de residuos generados y dispuestos por éstos. Se recomienda realizar estudios periódicos sobre cantidad de residuos dispuestos por cada entidad para establecer apropiadamente la tarifa para cada establecimiento, así como reflejar adecuadamente sus esfuerzos para la reducción de sus residuos.

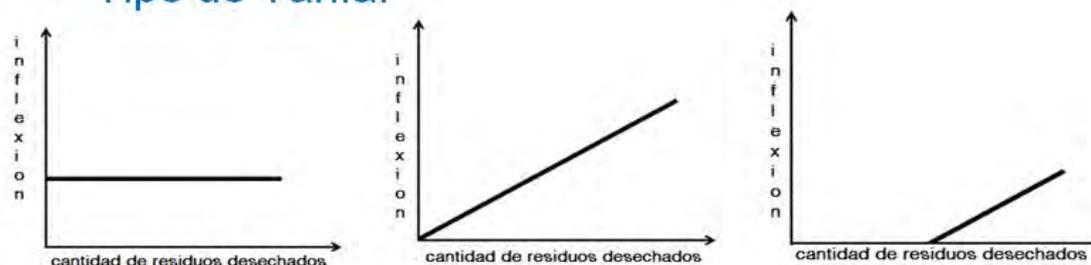
Antes de aumentar la tarifa, las municipalidades deben esforzarse por reducir los costos, mediante el uso racional de los recursos en cada proceso del MIRS.

3.2.2 Tipos de tarifa

Se pueden establecer diferentes tipos de tarifas, según distintos criterios que pueden ser aplicados, los cuales deben ser seleccionados, en base a la situación financiera actual del MIRS, las características de la población en cuestión, entre otros factores.

En las figuras que se muestran a continuación, las tarifas están basadas en la cantidad de residuos generados. Iniciando con la figura de la izquierda, la tarifa a pagar es fija, independientemente de la cantidad generada por el usuario, sea mucha o poca, se paga lo mismo. En la figura del medio, la tarifa es variable y el usuario paga por cantidad generada, de modo que a medida que más genera más paga. Finalmente, en la figura de la derecha, la tarifa es fija hasta una determinada cantidad (a ser definida por el municipio) y luego varía (aumenta) proporcionalmente al incremento en la generación.

• Tipo de Tarifa:



Elaborado por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

Figura 4 Tipos de tarifas, en base a la generación

Los objetivos del establecimiento y cobro de tarifas por el servicio son:

- Fomentar la cooperación / responsabilidad hacia MIRS.
- Garantizar la sostenibilidad financiera del MIRS
- Incentivar la cultura de las 3Rs (Reducir, Reutilizar y Reciclar): “Pagas según generes”.

Para aumentar el índice de cobro de las tarifas por el servicio de MIRS, los municipios deben hacer el máximo esfuerzo para implementar las siguientes medidas:

- Informar a los contribuyentes de los costos por la prestación del servicio de MIRS.
- Actualizar el registro bienes inmuebles (terrenos y edificios), en caso de que las tarifas estén relacionadas a este tipo de bienes.
- Catastro y registro de contribuyentes.
- Notificar regularmente sus estados de cuenta a los contribuyentes que han acumulado deudas.
- Imposición de multas o recargos a los contribuyentes que no pagan o están atrasados en el pago del servicio.

1) Método de cálculo de tarifas

a. Cálculo de tarifa mensual para recuperación total sin subsidio

En este método, las familias pagan el costo real del servicio, independientemente de su situación económica. La tarifa media mensual sería:

$$Trt = \frac{Cat}{12 \text{ FCS}} \quad (6)^3$$

Donde:

Trt = Tarifa mensual familiar para recuperación total (RD\$/fam-mes)

Cat = Costo anual total del servicio (RD\$/año)

FCS = Número de familias con servicio en la población.

12: Factor de conversión de año a meses (12 meses/año). El año tiene doce meses

b. Cálculo de tarifa mensual según generación:

$$Tmf = \frac{30 \text{ (ppci)}(Cut)(N)}{1000} \quad (7)$$

Donde:

Tmf = Tarifa mensual familiar para el estrato social i (RD\$/mes-familia)

ppci = Producción per cápita en el estrato socioeconómico i (kg/hab./día)

³ Jaramillo, Jorge. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Universidad de Antioquia, Colombia. 2002. Pag. 224.

Cut = Costo unitario total (RD\$/ton)

N = Número promedio de personas por familia (hab/familia)

30 y 1.000 = Parámetros dimensionales. 30 se refiere a los días/mes y 1,000 es la conversión de kilogramos a toneladas (kg/t).

Ejemplo.: Calcular la tarifa del municipio CANDAMANDAPIA que tiene una producción per cápita de 0.80 kg/hab./día, asumiendo que el municipio ha levantado 30,000 viviendas, con un promedio de 5 personas por viviendas, con base al costo calculado anual.

- Cálculo de tarifa mensual para recuperación total sin subsidio

$$\begin{aligned} \mathbf{Trt} &= \frac{Cat}{12 \text{ FCS}} = \frac{45,219,900 \text{ (RD\$)}}{12 * 30,000 \text{ viv.}} \\ &= 125.62 \text{ RD\$/viv} \end{aligned}$$

- Cálculo de tarifa mensual según generación:

$$\begin{aligned} \mathbf{Tmf} &= \frac{30 \text{ (ppci)}(Cut)(N)}{1000} \\ &= \frac{(30 \text{ día/mes})(0.80 \text{ kg/hab/día})(774.31 \text{ RD\$/ton})(5 \text{ hab})}{1000 \text{ kg/ton}} \\ &= 92.21 \text{ RD\$/mes} \end{aligned}$$

3.2.3 Cobrar las tarifas

1) Importancia del cobro por el servicio

La filosofía de fondo de la teoría básica en el cobro de las tarifas está fundamentada en:

- La aplicación del principio “quien contamina paga” (QCP) o PPP, por sus siglas en inglés “Polluter-Pays-Principle”, teniendo en cuenta que “la basura” contamina.
- La Capacidad de pago o ATP (por sus siglas en inglés –“Affordability-to-Pay”), en base a la categoría socioeconómica del usuario.

Por otro lado, los objetivos del establecimiento y cobro de tarifas por el servicio son:

- Fomentar la cooperación / responsabilidad hacia MIRS.

- Garantizar la sostenibilidad financiera del MIRS
- Incentivar la cultura de las 3Rs (Reducir, Reutilizar y Reciclar): “Pagas según generes”

3.2.4 Métodos de Cobros

Existen distintos métodos de cobro tarifario, como se muestran a continuación:

- Factura separada, es decir, la basura se factura sola, no asociada a otro servicio.
- Cobro junto con la factura de otro servicio (electricidad, agua, etc.)
- Recipiente/bolsa de tamaño predeterminado. Este sistema es aplicado en Japón, en el cual existen diferentes tamaños de bolsas utilizadas para la entrega de los residuos al servicio de recolección. Pueden ser de 30, 40, 50, etc. litros, según la municipalidad.

Los municipios deben escoger el método que mejor garantice el cobro del servicio y que pueda ser aplicado en la comunidad.

En la República Dominicana, lo común es que se establezcan tarifas fijas, cuyo monto depende del estrato social del usuario, como se muestra en la figura 6. Por otro lado, lo normal es el cobro mediante factura separada, en los casos en que se cobra por el servicio. En gran cantidad de municipalidades, los costos del servicio de MIRS son asumidos por los ayuntamientos, es decir, a los ciudadanos no se les cobra.



Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

Figura 5 Ejemplo de tarifa fija por estrato social

4 Proyectos del sector público

Los proyectos del sector público son propiedad, los utilizan y los financian los ciudadanos de cualquier nivel en el gobierno; mientras que los proyectos en el sector privado son propiedad de las corporaciones, asociaciones e individuos. Los proyectos del sector público tienen como objetivo principal proveer servicios a la ciudadanía buscando el bienestar público y no las ganancias. Algunos ejemplos del sector público son: hospitales, parques, escuelas, carreteras, rellenos sanitarios, entre otros.

Antes de la concepción de un proyecto para el sector público se debe hacer un análisis de rentabilidad financiera, que es el primer paso en la evaluación de un proyecto, ya que se debe estudiar la factibilidad del proyecto desde el punto de vista de sus resultados financieros. Por consiguiente, los beneficios y costos del proyecto se calculan en términos monetarios, a los precios de mercado vigentes. Esto permite situar alternativas en orden jerárquico de rentabilidad o de eficiencia.

El punto de vista del análisis en el sector público deberá determinarse antes de que se efectúen los cálculos de costos, beneficios y contra beneficios, y antes de que se plantee y se lleve a cabo la evaluación. Existen diversos puntos de vista para cualquier situación, y las diferentes perspectivas pueden alterar la clasificación del flujo de efectivo.

Existen diferencias significativas en las características de los proyectos realizados por los sectores públicos y privados.

Tabla 6 Diferencias entre proyectos públicos y privados

Características	Sector Público	Sector Privado
Magnitud de la inversión	Más grande	Algunas grandes; la mayoría de medianas a pequeñas
Estimación de vida	Más larga (30-50 o más años)	Más corta (2-25 años)
Flujo de efectivo anual estimado	Sin ganancia; se estiman costos, beneficios y contra beneficios	El ingreso contribuye a la ganancia; se estiman los costos
Financiamiento	Impuesto, pagos de derechos, bonos, fondos de particulares	Acciones, bonos, préstamos, propietarios individuales
Tasa de interés	Más baja	Más alta con base en el costo del capital en el mercado
Criterios de selección de alternativas	Criterios Múltiples	Principalmente basado en la tasa de rendimiento
Ambiente de evaluación	Influido por la política	Principalmente económico

Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

4.1 Formulación de un proyecto del plan del MIRS

Para la formulación de un proyecto del plan del MIRS se deberá realizar el dimensionamiento y análisis de costos del mismo, que comprenden las siguientes tareas:

- Estimar y proyectar los servicios demandados por los beneficiarios.
- Conocer cuál es la oferta actual y las restricciones de los servicios que se proveen actualmente.
- Conocer el tamaño del déficit en la provisión del bien o servicio que el plan de MIRS atenderá.
- Determinar los costos totales e incrementales de cada una de las alternativas de solución.

4.2 Optar por fondos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP)

En la República Dominicana existe un instrumento a través del cual los municipios pueden obtener recursos financieros para mejorar el MIRS. Se trata del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP). El acceso a los fondos de este sistema se fundamenta en las siguientes leyes y/o sus modificaciones:

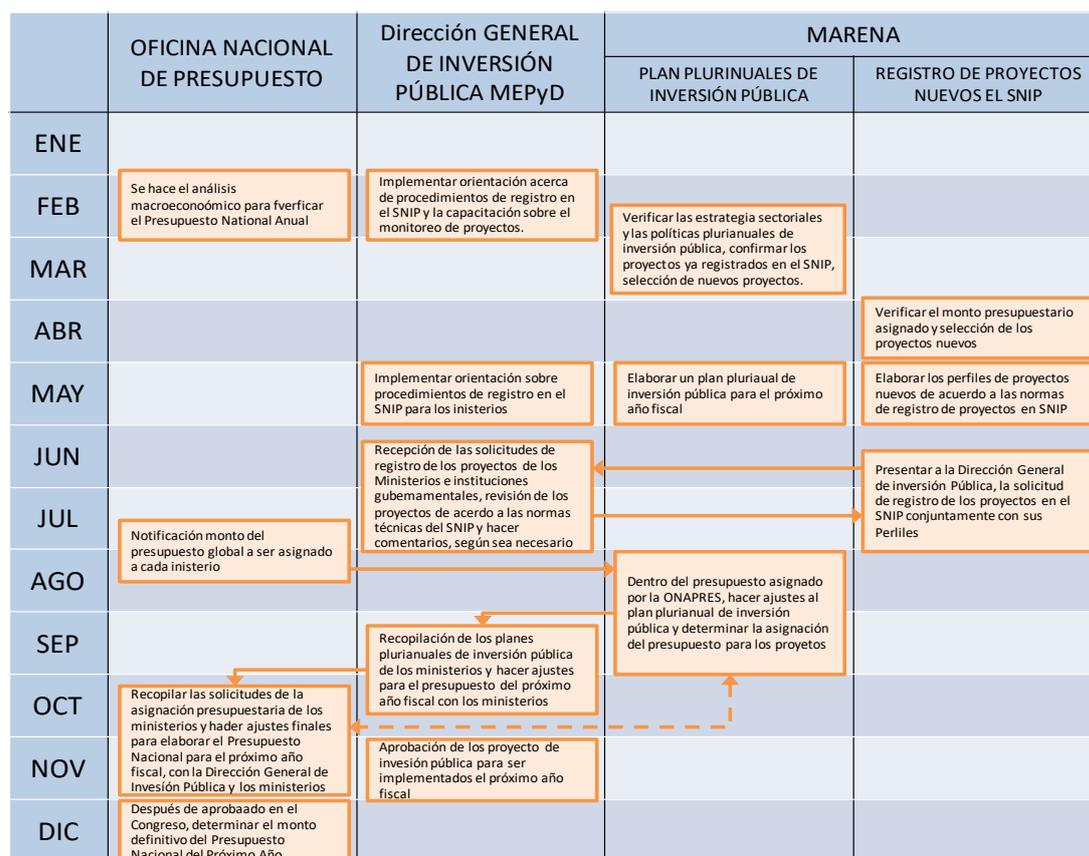
- Ley No. 176-07 del 17 de julio de 2007, del Distrito Nacional y los Municipios

- Ley No. 341-09 del 26 de noviembre de 2009, que introduce modificaciones a la Ley No. 176-07 del 17 de julio de 2007, del Distrito Nacional y los Municipios
- Ley 166-03 de Asignación de Recursos a los Ayuntamientos
- Ley No. 423-06 Orgánica de Presupuesto para el Sector Público
- Ley No. 340-06 sobre Compras y Contrataciones de Bienes, Servicios, Obras y Concesiones
- Ley No. 170-07 que instituye el Sistema de Presupuesto Participativo Municipal
- Ley No. 498-06 que crea el Sistema Nacional de Planificación e Inversión Pública
- Ley No. 496-06 que crea la Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo (SEEPYD)
- Decreto No. 493-07 que aprueba el Reglamento de Aplicación para la Ley 498-06.

4.2.1 Flujo de la aplicación del SNIP

El flujo de la aplicación del SNIP es como se muestra en la Figura 6.

Para que los municipios puedan obtener fondos del SNIP, deben de cumplir un procedimiento establecido. Sin embargo, hasta la fecha, no existen proyectos para el MIRS a través del SNIP; es un reto.



Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS. Fuente: “Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública”, MEPyD Junio 2013.

Figura 6 Flujo de la aplicación del SNIP

4.2.2 Pasos para que un proyecto ingrese al SNIP

1) Paso 1: Formular el proyecto de MRS⁴

El primer paso es elaborar un estudio del proyecto, el cual tiene diferentes niveles, según la profundidad del mismo:

- 1) Estudio a nivel de identificación
- 2) Perfil básico y Resumen Ejecutivo del Proyecto
- 3) Perfil
- 4) Pre factibilidad
- 5) Factibilidad

2) Paso 2: Someter al SNIP

La figura No. 8 ilustra el procedimiento a seguir para la presentación de

⁴ La “Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública” indica las instrucciones a seguir para la preparación del estudio a nivel de “Perfil básico y Resumen Ejecutivo”, así como el contenido del mismo. anexo 1

proyectos a ser ejecutados bajo el SNIP. Para que un proyecto pueda ejecutarse convenientemente debe de llegar como mínimo a nivel de perfil y luego, si es el caso, a pre factibilidad o factibilidad.

Como puede apreciarse en el diagrama, la unidad ejecutora del proyecto, en este caso municipios/mancomunidades, elabora el estudio al nivel de “Identificación” y lo presenta a la institución sectorial o ministerio cabeza del sector, quien conforme a las prioridades sectoriales determinará si procede llevar el estudio a un nivel superior de Perfil básico, requisito mínimo exigido por el SNIP para asignarle código y trámite para su inclusión en el presupuesto de inversión de la República.

En el caso de proyectos sobre manejo de RSM, la institución cabeza del sector es el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por lo que el municipio o mancomunidad deberá presentarlo ante este Ministerio, para su aprobación. En caso afirmativo, la unidad ejecutora deberá preparar el “Perfil Básico y Resumen Ejecutivo del Proyecto”, el cual se presentará al Ministerio de Medio Ambiente que luego lo enviará a la Dirección General de Inversión Pública –DGIP.



Fuente: Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública.

Figura 7 Flujo de la fase de pre inversión de un proyecto

3) Paso 3: Esperar Dictamen Técnico de la DGIP

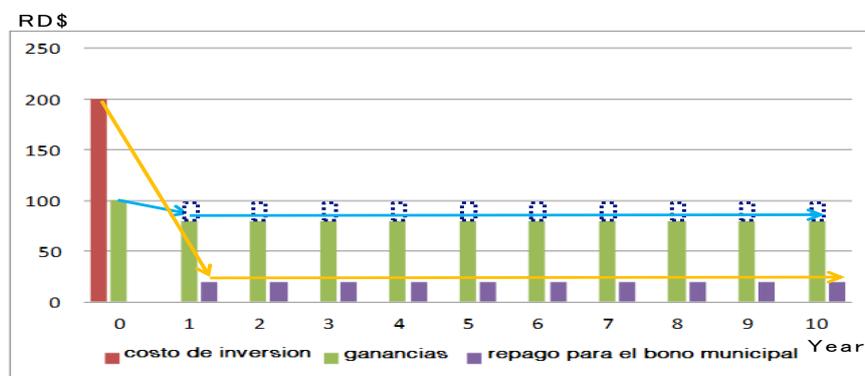
En términos generales, la aprobación del financiamiento del proyecto dependerá de la evaluación financiera y/o del análisis económico-social. La

evaluación financiera considera el análisis de rentabilidad de la inversión, es decir, se evalúa la rentabilidad de los recursos que se incorporan al proyecto o el rendimiento del capital. Por su parte, el análisis económico-social propicia una valoración más allá de los indicadores meramente financieros, incluyendo criterios de orden económico y social que permitan medir los beneficios hacia la sociedad.⁵

4.3 Solicitar préstamos

El préstamo es una deuda a largo plazo. En principio, los gobiernos locales deben cubrir los gastos anuales por ingresos anuales. Sin embargo, la construcción de ciertas infraestructuras públicas, como un vertedero controlado/relleno sanitario, requieren una enorme inversión y su vida útil se extenderá por muchos años. Por lo tanto, el municipio podría considerar un préstamo para el desarrollo de infraestructuras a largo plazo.

Esta modalidad permite un costo compartido justo entre generaciones (usuarios), ya que la infraestructura beneficiara tanto a la generación actual como a futuras generaciones.



Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

Figura 8 Amortización del capital.

Ejemplo:

La presidencia de la República Dominicana está contemplando un préstamo para la asignación de US\$ 15, 000,000 para la construcción de un relleno sanitario, especificándose los elementos siguientes: celdas impermeabilizadas

⁵ Para mayor información sobre la evaluación financiera, refiérase al acápite 4.3 de la Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública, anexo

con geomembranas, sistema de recolección de lixiviados y gases, centro de separación, verja perimetral, una balanza, oficina administrativa. El préstamo está contemplado a 10 años y generará un ahorro estimado de US\$ 1, 500,000 anuales en gastos relacionados con la disposición final (menos gastos en operación y mantenimiento del SDF por los materiales recuperados que no van al sitio de disposición final). El préstamo se tomará a una tasa del 6% anual para el proyecto.

Los costos de de operación y mantenimiento (O&M) anual se estiman en US\$ 500,000 del presupuesto municipal y que se generaran US\$ 1, 500,000 en ventas de materiales recuperados y cobro por tasa de servicio. Determinar si se justifica el proyecto en término económico.

Solución:

Se utiliza el valor anual como base unitaria equivalente. Tomando la fórmula factor de recuperación de capital (FRC), se calcula el valor anual uniforme equivalente durante n años de un valor presente en el año 0 cuando la tasa de interés es i , de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$A = P * \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right] \quad (8)$$

Nota: En el libro de Ingeniería económica de la editora McGraw Hill se puede encontrar la literatura con relación a como trabajar con valor anual y valor presente.

Donde:

A= Valor anual

P=Valor presente

i=Tasa de interés

n= Años

A = 15,000,000

$$* \left[\frac{0.06(1+0.06)^{10}}{(1+0.06)^{10} - 1} \right] = 15,000,000 * \left[\frac{0.1074508618}{0.7908476965} \right] = 2,038,005$$

Valor anual de costo de inversión: US\$ 2, 038,005

Valor anual de beneficio: US\$ 1, 500,000

Valor anual del costo de O&M: US\$ 500,000

Valor anual de VM y TS: US\$ 1, 500,000

$$\frac{B}{C} = \frac{\text{Valor anual de beneficio}}{\text{Valor anual de los costos}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{1,500,000+1,500,000}{2,038,005+ 500,000} = 1.18 > 1$$

El proyecto se justifica económicamente.

5 Alianza Pública Privada

5.1 ¿Qué es Alianza Pública Privada (APP)?

Una APP es un instrumento mediante el cual las autoridades gubernamentales pueden ceder a cualquier persona física o persona jurídica para diseñar, proyectar, financiar y ejecutar, en un plazo determinado, la construcción, desarrollo, mantenimiento y explotación, o sólo la explotación, de una obra de infraestructura para la provisión de un servicio público, otorgando el derecho a la Sociedad Contratante a recibir la correspondiente retribución económica a través del cobro a los usuarios de la obra y servicios públicos prestados por una tarifa definida en el contrato, o mediante aportes y/o garantías otorgadas por el Estado que le permitan la recuperación de su inversión y el mantenimiento de la infraestructura y la prestación de los servicios en los niveles satisfactorios comprometidos contractualmente.

Son de vital importancia donde los gobiernos enfrentan infraestructuras viejas y requiere servicios más eficientes, una asociación con el sector privado podría ser útil para promover una nueva solución.

Las APP combinan las actividades y recursos de ambos sectores en formas nuevas a través de compartir riesgo y responsabilidades. Esto permite que los gobiernos se beneficien de las especialidades del sector privado, y les permite entonces enfocarse en la política, planificación y regulación por la delegación de operaciones día-a-día.

Para poder lograr una asociación exitosa, un análisis cauteloso del desarrollo a largo plazo, la distribución de objetivos y riesgos es esencial. Además, el marco legal debe apoyar adecuadamente este modelo de entrega de servicios y poder ser monitoreado y regular los resultados y servicios provistos.

Un acuerdo de APP bien redactado puede ser informado por ambos acerca de las leyes del país y las mejores prácticas internacionales para claramente delinear riesgos y responsabilidades.

5.2 Beneficios y Riesgos de la Alianza Pública Privada (APP)

5.2.1 Beneficios

La crisis económica del año 2008, también denominada **Gran Recesión** se

conoce a la crisis económica mundial que comenzó en el año 2008, y fue originada en los Estados Unidos. Entre los principales factores que se atribuyen como causas de la crisis se encuentran los fallos en la regulación económica, la gran cantidad de delitos cometidos por los bancos, la mejora de los precios de las materias primas| debido a una mayor demanda de las mismas y a un mercado mundial más competitivo, la sobrevalorización del producto.

Esto ha traído consigo intereses renovados de APP, tanto en países desarrollados como en vía de desarrollo. Enfrentándose a limitaciones de recursos públicos, mientras reconocen la importancia de inversiones de infraestructuras para ayudar el desarrollo de su economía, los gobiernos están cada vez más contando con el sector privado como una fuente adicional alternativa de financiamiento.

Tabla 7 Beneficios de la Alianza Pública Privada

Beneficios para el Ayuntamiento	Beneficios para el Sector Privado
<ul style="list-style-type: none"> - Debido a que el Sector Privado contribuirá con la inversión inicial y capital de trabajo, el Ayuntamiento será beneficiado con el ahorro de presupuesto municipal; - El involucramiento del sector privado en asuntos del manejo de residuos sólidos de ámbito municipal; - Beneficios que se obtendrá de la especialización administrativa y tecnológica que brindará el sector privado; etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aseguramiento del mercado sin competencia por el tiempo del contrato o concesión; - Proyectará imagen de responsabilidad social ante sus clientes; - Incursión en el desarrollo del mercado de valorización del residuo; etc.

Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

5.2.2 Riesgos

Los riesgos lo definen la combinación de las probabilidades de que se produzca uno o varios sucesos y sus consecuencias negativas. Estos son susceptibles a distintos factores entre las cuales se encuentran la amenaza y la vulnerabilidad que puede sufrir en alguna etapa de la asociación.

En una alianza pública privada en la gestión de los residuos sólidos los riesgos pueden ser:

Tabla 8 Riesgos de la Alianza Pública Privada

Riesgo para el Ayuntamiento	Riesgo para el Sector Privado
-----------------------------	-------------------------------

Riesgo para el Ayuntamiento	Riesgo para el Sector Privado
<ul style="list-style-type: none"> - Discontinuidad del servicio; - Baja de rendimiento en la calidad del servicio; - Incumplimientos contractuales; etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rescisión contractual por razones de interés político; - Incapacidad de obtener utilidades durante el período contractual; - Incertidumbre para la renovación contractual o concesional; etc.
Riesgo Compartido	
<ul style="list-style-type: none"> - Obsolescencia del servicio o emprendimiento debido a fluctuaciones abruptas del mercado o innovaciones tecnológicas 	

Elaboración por el equipo de expertos de JICA del proyecto FOCIMIRS.

6 Opciones de Alianza Pública Privada

Existe una amplia variedad de opciones de Alianza Público Privadas (APP), las cuales pueden ser implementadas para hacer un uso máximo del esquema de involucración del sector privado. El plan óptimo de involucramiento del sector privado será seleccionado mediante el tipo de APP.

Todos los contratos para el desarrollo de una actividad en Alianza Pública Privada deben realizarse tomando en cuenta lo estipulado en la Ley No. 340-06, sobre compras y contrataciones con modificación de la Ley 449-06 y su reglamento de aplicación.

6.1 Tipos de APP

6.1.1 Autorización (Suscripción Privada)

La autorización o suscripción privada en cualquier etapa de la gestión de los residuos sólidos permite que proveedores de servicios privados calificados con autorización del ayuntamiento municipal y del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, realicen el manejo de residuos sólidos en una zona específica.

Esta modalidad permite a los generadores de residuos hacer contratos con proveedores de servicios privados/individuales. Las autoridades le otorgan autorización (licencia) a empresas privadas y fomentan la competencia entre sí para proveer los servicios de la gestión de residuos sólidos. La licencia es utilizada para garantizar que un proveedor de servicios autorizado opera de acuerdo con los estándares operativos, y puede ser retirado si el rendimiento del proveedor de servicios es deficiente.

6.1.2 Contrato de Servicios

Los contratos de servicio son un término finito para proveer servicios de residuos sólidos y deben cumplir con lo contenido en la Ley No. 340-06, sobre compras y contrataciones con modificación de la Ley 449-06, especialmente en el capítulo II de normas especiales para la contratación de concesión de bienes, obras y servicios.

La contratación de los servicios del manejo de residuos sólidos, tales como, recolección y transporte de los residuos y el manejo de un relleno sanitario o

vertedero controlado puede ser por un contrato externo a un operador privado para un periodo determinado.

En caso de contrato de servicios de equipos y máquinas. Los vehículos de recolección son básicamente propiedad de la empresa privada externa y, el pago garantizado por las autoridades a los proveedores de los servicios es definido en el documento del contrato. Mientras la autoridad es responsable de la gestión, el proveedor del servicio debe soportar los riesgos operacionales.

6.1.3 Contrato de Manejo y/o Gestión

El contrato de gestión es un contrato encargando un servicio específico del manejo de residuos sólidos bajo un manejo privado por un periodo de tiempo determinado, para lo que una tarifa de manejo y/o gestión es pagada al contratista de manejo. La tarifa de manejo puede ser pago de acuerdo con el desempeño del contratista de manejo.

6.1.4 Contrato de Alquiler

El contrato de alquiler le permite al operador privado un control total sobre la provisión de un servicio de manejo de residuos sólidos específico a cambio del uso de activos fijos cuya propiedad y responsabilidad corresponde a las autoridades. En virtud de un arrendamiento mejorado, mientras mejoras parciales de las instalaciones arrendadas son responsabilidad del operador privado, inversiones mayores continúan siendo responsabilidad de las autoridades.

6.1.5 Concesión

Para todos los procesos de concesión se deben cumplir las condiciones establecidas en la Ley No. 340-06, teniendo en cuenta calidad y precio, y estará sujeto a suspensión y extinción del mismo.

Un acuerdo de concesión estipula los derechos y deberes de concesionario otorgado, quien retiene propiedad de los activos principales.

El contrato de concesión transfiere toda responsabilidad para una inversión capital y operación y mantenimiento a concesionarios privados. Mientras los activos fijos permanecen como propiedad de la autoridad, el concesionario puede pagar una tarifa para utilizarlos.

En caso de los servicios del manejo de residuos sólidos, los contratos de concesión incluyen el manejo y construcción de instalaciones a gran escala, tales como un relleno sanitario, vertedero controlado e instalaciones de tratamiento intermedio. En este caso la autoridad debe pagar una tarifa o cargo por servicio para utilizar dichas instalaciones.

Un ejemplo de concesión es el caso de la operación por una empresa privada del vertedero de Duquesa, donde se vierten los residuos del Gran Santo Domingo y el Distrito Nacional.

6.1.6 Contratos de Construye-Opera-Transfiere (COT) y Sus Variaciones

El contrato de Construye-Opera-Transfiere (COT) y sus variaciones son opciones similares a la concesión y son primordialmente sostenibles para inversiones a gran escala en instalaciones tales como rellenos sanitarios.

Durante un periodo de tiempo largo, preferiblemente 30 años, dependiendo del tamaño de la inversión, la cual tiene que ser amortizada.

Un operador de COT provee un amplio rango de servicios del manejo de residuos sólidos en cambio de los costos de servicios garantizados en contrato, aunque el operador acepte el riesgo de diseñar, construir y operar las instalaciones en los estándares de servicios acordados a cambio de un flujo de dinero garantizado.

6.1.7 Privatización Completa

La privatización completa es una manera casi radical de la involucración del sector privado, en el cual las operaciones y activos existentes para los servicios del manejo de residuos sólidos son vendidos al sector privado, en algunos casos, con una licencia de plazo limitado.

En la Republica Dominicana tiene como ejemplo, la privatización de la industria azucarera del Consejo Estatal del Azúcar (CEA) para el sector privado.

6.2 Comparación de las Posibles Opciones de APP

La tabla 8-1, muestra una variedad de posibles opciones de APP con la comparación de posesión de activos, operaciones y mantenimiento, inversión capital, riesgos comerciales y duración del contrato.

Tabla 9 Comparación de las Posibles Opciones de APP

Opción	Propietario de Activos	Operación y Mantenimiento	Inversión Capital	Riesgos Comerciales	Duración del Contrato
Contrato de servicio	Público	Público y Privado	Público	Público	1-2 años
Franquicia	Público	Público y Privado	Público	Público	1-5 años
Contrato de Gestión	Público	Privado	Público	Público	3-5 años
Contrato de arrendamiento	Público	Privado	Público	Público y Privado	8-15 años
Concesión	Público	Privado	Privado	Privado	25-30 años
CTO y sus variaciones	Público y Privado	Privado	Privado	Privado	20-30 años
Completa privatización	Privado o Privado y Público	Privado	Privado	Privado	Indefinido

Fuente: Manual de Asociación Público-Privada, Ministerio de Finanzas, Singapur, 2004

De las opciones posibles mencionadas anteriormente, las opciones de COT relacionadas a APP tienen un amplio rango de variación y pueden ser aplicadas en diferentes formas, a distintas etapas e instalaciones de servicios del manejo de residuos sólidos.

La Tabla 8-2, muestra las opciones de Construye-Opera-Transfiere (COT) relacionadas a APP en comparación de posesión de activos, operaciones y mantenimiento, inversión capital, riesgos comerciales y duración del contrato.

Tabla 10 Comparación de opciones para Construye-Opera-Transfiere (CTO) y sus variantes

Opciones para COT	Nombre Oficial
DC (DB)	Diseño-Construcción (Design-Build)
COT (BOT)	Construye-Opera-Transfiere (Build-Operate-Transfer)
CTO (BTO)	Construye-Transfiere-Opera (Build-Transfer-Operate)
CPOT (BOOT)	Construye-Posee-Opera-Transfiere (Build-Own-Operate-Transfer)
CPO (BOO)	Construye-Posee-Opera (Build-Own-Operate)
DCO (DBO)	Diseño-Construcción-Operación (Design-Build-Operate)
DCFO (DBFO)	Diseño-Construcción-Financia-Operación (Design-Build-Finance-Operate)
AROT (LROT)	Arrienda-Renueva-Opera-Transfiere (Lease-Renovate-Operate-Transfer)
CATM (BLTM)	Construye-Arrienda-Transfiere-Mantiene (Build-Lease-Transfer-Maintain)

Fuente: Manual de Asociación Público-Privada, Ministerio de Finanzas, Singapur, 2004

7 Criterios para la Selección Óptima de APP

Se deben emplear criterios claros para seleccionar la mejor y óptima opción para la participación del sector privado en la prestación de los servicios de la gestión de residuos sólidos.

Sin embargo, al aplicar estos criterios, las condiciones específicas del lugar actual habría que tenerlas muy en cuenta.

La elección de la iniciativa de la participación del sector privado óptima es una de las decisiones más cruciales antes de la formulación de los contenidos organizativos y jurídicos.

Una amplia gama de experiencias indican que una copia de los enfoques que han tenido éxito en otros países tenderá a fallar cuando no se adaptan adecuadamente a la situación local y de sitio específico.

Los criterios a considerar para la selección de una APP son:

- Beneficios
- Costos
- Sostenibilidad
- Eficacia
- Normativa
- Competencia y Eficiencia
- Accesibilidad a la Inversión de Capital
- Responsabilidad y Transparencia
- Riesgos y Sostenibilidad
- Equidad
- Transparencia
- Institucionalidad
- Importancia del proyecto

7.1 Modalidades de APP

Si bien ha habido una serie de experiencias exitosas en la participación del sector privado en las principales ciudades de los países desarrollados, ha habido también una considerable cantidad de fracasos, especialmente en

términos de sostenibilidad a largo plazo.

La participación del sector privado en el ámbito de los servicios de gestión de residuos sólidos ha sido bajo un amplio espectro de opciones. **"Participación del Sector Privado en la Gestión Municipal de Residuos Sólidos, Parte I: Generalidades Ejecutivo" por el Banco Mundial** cita variedades de las principales experiencias internacionales de la participación del sector privado como se indica a continuación:

- **Suministro de vehículos o equipos pesados:** Por contrato de arrendamiento con los propietarios de equipos
- Pre-recolección de residuos sólidos domiciliarios: Por franquicia
- Pre-recolección de residuos sólidos domiciliarios: Por contrato de servicio
- **Recolección de desechos municipales generales de barrios enteros:** Por contrato de servicio o de franquicia, o por contrato de gestión
- Barrido calles y espacios abiertos: Por contrato de servicio
- Reparación de equipo de los residuos sólidos municipales: Por contrato de servicio en función de las necesidades
- Reparación de equipo de los residuos sólidos municipales: Por contrato de servicios a largo plazo
- **Conversión de residuos a composta:** Por contrato de servicios o concesión
- Operación de una estación de transferencia y el sistema de acarreo de larga distancia: Por contrato de servicios o concesión
- Operación de un sitio de disposición: Por contrato de servicios o concesión
- **Recolección o cobro de los impuestos de residuos:** Por la franquicia con agentes de cobro de facturas, autoridad del agua, o la empresa proveedora de electricidad.

Sin embargo, no es recomendable aplicar directamente estas experiencias internacionales a otros países, y las condiciones específicas de cada país o de sitios específicos se deberán tomar muy en cuenta.

8 Procedimientos para elaborar proyectos de APP

Para una alianza pública privada deben seguir un procedimiento entre ambas

partes de con relación al proyecto entre las cuales están:

- Identificación de un interés común
- Diseño de la alianza
- Funcionamiento de la asociación
- Seguimiento y evaluación
- Finalización o continuación
- Etc.

Hay que destacar que en el congreso nacional cursa el ***"Proyecto de Ley de asociación pública privada en infraestructura para la provisión de servicios públicos"***, por lo que en la actualidad no existe un procedimiento técnico legal en la República Dominicana para la implementación de proyectos de asociación pública privada.

A nivel internacional existen diversos modelos y procedimientos para la elaboración de proyectos de inversión de asociación pública privada, como lo expresa la siguiente tabla.

Tabla 11 Naturaleza de la Alianza Público-Privada en la Implementación de Estrategias

País	Tipo de alianza	Participantes	Medios de interacción
Australia	Híbrida (formal y estructurada; informal/tácita)	Sector empresarial y mundo académico	El sector privado participa muy activamente y cumple funciones operativas en los directorios de los organismos públicos, apoyando la investigación y el desarrollo y la innovación. Predominan los contactos informales en otras áreas
España	Híbrida (formal y estructurada; informal/tácita)	Sector empresarial y mundo académico	Formales en el área de fomento de exportaciones mediante la participación reciente en el directorio del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) e informales con los gremios y en el área de la innovación
Finlandia	Formal y estructurada	Sector empresarial, mundo académico y sindicatos	Participación en directorios de organismos de ejecución con responsabilidades operativas
Irlanda	Formal y estructurada	Sector empresarial y mundo académico	Participación en directorios de organismos de ejecución con responsabilidades operativas
Malasia	Híbrida (formal y estructurada; informal/tácita)	Sector empresarial, mundo académico	Participación en directorios de organismos de ejecución con responsabilidades de asesoramiento y contactos informales
Nueva Zelandia	Formal y estructurada	Sector empresarial y, en algunos casos, sindicatos	Participación en directorios de organismos de ejecución con responsabilidades operativas
República Checa	Formal y estructurada	Sector empresarial, mundo académico y ciertos comités de seguimiento, incluidos sindicatos y organizaciones no gubernamentales	Participación en directorio de Czech Invest (solo en calidad de asesor) y en comités de seguimiento de programas. El consejo de IyD guía la estrategia de innovación
República de Corea	Formal estructurada y Informal/tácita	Sector empresarial y mundo académico	para la innovación es el consejo nacional de ciencia y tecnología
Singapur	Formal y estructurada	Sector empresarial y mundo académico	Participación en directorios de organismos de ejecución (solo en calidad de asesor) y en consejos
Suecia	Informal/tácita	Sector empresarial y mundo académico	

Fuente: Actualización sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, *La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades LC/G.2367 (SES.32/3), Santiago de Chile, 2008.*

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), elaboró programas y políticas y naturaleza de la participación público-privada, de la cual se desprende la siguiente gráfica de Ciclo de vida de la política o programa, sobre la base de T. Cutler, "Public and private sector alliances for innovation and economic development: The Australian experience".



Fuente: Actualización sobre la base de Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades LC/G.2367 (SES.32/3), Santiago de Chile, 2008.

Figura 9 Grafica de espectro de acción pública-privada

En un extremo del eje izquierdo se encuentra la política genérica o de carácter horizontal, en la que los incentivos pueden orientarse a cualquier actor. En el otro extremo se encuentra la política de carácter selectivo, orientada a desarrollar un nuevo sector o una actividad específica.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Viceministerio de Planificación, Dirección General de Inversión Pública. 2013. Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública.
- Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo, Viceministerio de Planificación, Dirección General de Inversión Pública. 2013. Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública.
- Ministerio del Ambiente (Perú), Agencia de los EE.UU. para el Desarrollo Internacional (USAID). 2008. Guía para la Elaboración de Proyectos de Residuos Sólidos Municipales a Nivel de Perfil.
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Norma para la Gestión Ambiental de Residuos Sólidos no Peligrosos (NA-RS-001-03)
- Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales (RSM).
- Ley No. 176-07 del 17 de julio de 2007, del Distrito Nacional y los Municipios
- Manejo de Residuos Sólidos de Japón, edición del año fiscal 2010, Ministerio de Medio Ambiente, Secretaria del Ministro en el Manejo de Residuos Sólidos y el Departamento de Reciclaje. División de Manejo de Residuos Sólidos.
- Ley 166-03 de Asignación de Recursos a los Ayuntamientos
- Ley No. 423-06 Orgánica de Presupuesto para el Sector Público
- Ley No. 340-06 sobre Compras y Contrataciones de Bienes, Servicios, Obras y Concesiones
- Ley No. 170-07 que instituye el Sistema de Presupuesto Participativo Municipal
- Ley No. 498-06 que crea el Sistema Nacional de Planificación e Inversión Pública
- Ley No. 496-06 que crea la Secretaría de Estado de Economía, Planificación y Desarrollo (SEEPYD)
- Manual de estimación de costos para la gestión municipal de residuos sólidos del Programa CYMA. San José Costa Rica, 2012.

- Blank, Tarquin. Leland, Anthony. Ingeniería económica. México, D.F. McGraw Hill. Sexta edición.
- Jaramillo, Jorge. Guía para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Universidad de Antioquia, Colombia. 2002.
- Proyecto de Ley de Asociación Pública Privada en Infraestructura para la Provisión de Servicios Públicos (Depositada en el Senado de la República Dominicana el 22 de septiembre de 2008).
- Ministerio de Finanzas. Manual de Public-Private Partnership, Singapur, 2004
- Proyecto de Gestión NETAP Regional de Residuos Sólidos: Directriz regional
- Banco Mundial. Participación del Sector Privado en la Gestión Municipal de Residuos Sólidos, Parte I.
- Akitoby, Hemming y Schwartz, Bernardin, Richard, Gerd. Inversión pública y asociaciones público-privadas. Fondo Monetario Internacional. 2007.
- Devlin, Moguillansky. Robert, Graciela. Alianzas público-privadas para una nueva visión estratégica del desarrollo. Naciones Unidas, 2009.