

# Gestión integral de residuos sólidos

Autor: Susan Castro



Gestión integral de residuos sólidos / Susan Lorena Castro Molina /  
Bogotá D.C., Fundación Universitaria del Área Andina. 2017

978-958-8953-58-8

Catalogación en la fuente Fundación Universitaria del Área Andina (Bogotá).

© 2017. FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA  
© 2017, PROGRAMA ESPECIALIZACION EN GESTION AMBIENTAL  
© 2017, SUSAN LORENA CASTRO MOLINA

Edición:

Fondo editorial Areandino

Fundación Universitaria del Área Andina

Calle 71 11-14, Bogotá D.C., Colombia

Tel.: (57-1) 7 42 19 64 ext. 1228

E-mail: publicaciones@areandina.edu.co

<http://www.areandina.edu.co>

Primera edición: octubre de 2017

Corrección de estilo, diagramación y edición: Dirección Nacional de Operaciones virtuales

Diseño y compilación electrónica: Dirección Nacional de Investigación

Hecho en Colombia

Made in Colombia

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra y su tratamiento o transmisión por cualquier medio o método sin autorización escrita de la Fundación Universitaria del Área Andina y sus autores.

# Gestión integral de residuos sólidos

Autor: Susan Castro



# Índice

## UNIDAD 1 Gestión de los residuos sólidos

Introducción	6
Metodología	7
Objetivos	8
Desarrollo temático	9

## UNIDAD 2 Cadena de generación de residuos

Introducción	27
Metodología	28
Objetivos	29
Desarrollo temático	30

## UNIDAD 3 Sistema de manejo de residuos sólidos

Introducción	43
Metodología	44
Objetivos	45
Desarrollo temático	46

## UNIDAD 4 Planes de gestión integral de residuos (PGIRS)

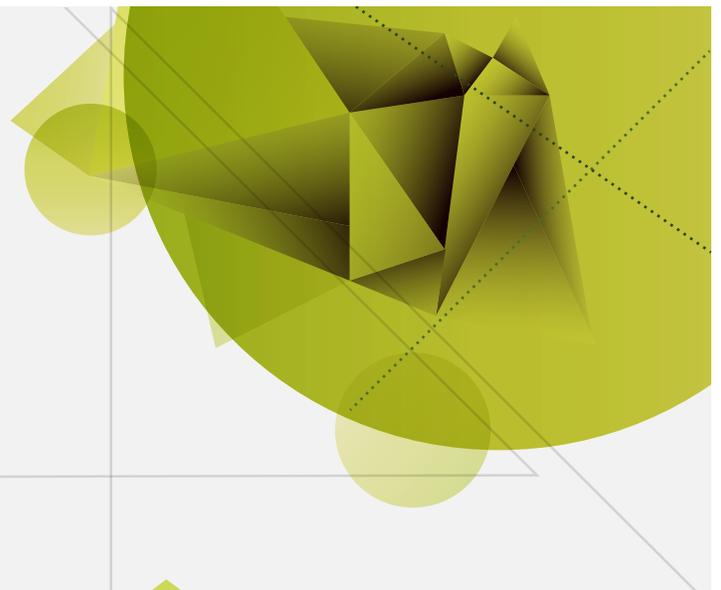
Introducción	63
Metodología	64
Objetivos	65
Desarrollo temático	66

Bibliografía	77
--------------	----



1  
Unidad 1

Gestión de los  
residuos sólidos



Gestión integral de residuos  
sólidos

Autor: Susan Castro

# Introducción

La cartilla 1 considera la **evolución histórica de la generación y manejo de los residuos sólidos**, haciendo una corta reseña de la forma como el hombre desde la antigüedad hasta nuestros días ha realizado el manejo de los residuos.

Aquí también se referencian los **marcos legales e institucionales**, existentes en Colombia partiendo desde la Ley 23 de 1973 hasta el Decreto 2981 del 20 de diciembre del 2013, además se muestra la estructura institucional para el manejo de los residuos sólidos a nivel nacional.

En un tercer momento académico, se definen términos como **el manejo integral y sustentable de los residuos sólidos**, los planes de manejo integral de residuos sólidos PMIRS y la clasificación de los residuos sólidos según su origen y tipo de manejo.

En esta primera unidad, la cartilla desarrolla aspectos teórico-prácticos en la cual se recogen algunos de los conceptos fundamentales que llevan a los estudiantes a la interpretación, análisis reflexivo y su profundización a partir de las diferentes actividades académicas propuestas.

**Momento de aprendizaje colaborativo.** Por grupos de estudiantes dialogan sobre la Cartilla, con el fin de socializarlos en los grupos. Utilizando, foros en contextos virtuales.

**Momento de aprendizaje autónomo.** El aprendizaje autónomo en el cual las actividades se desarrollan de forma individual tiene como fundamento la autoformación. Los estudiantes deben leer muy bien, en forma responsable y cumplida los documentos sugeridos.

**Momento de aprendizaje tutorial.** Este espacio individual o grupal se dedicará a la aclaración de dudas o inquietudes del estudiante por parte del tutor(a) sobre los documentos sugeridos para las reflexiones académicas sobre las temáticas en los encuentros sincrónicos.

### Objetivo general

- Conocer la importancia de los residuos sólidos para el desarrollo de la humanidad y la forma como en Colombia está estructurado a nivel legal y normativo.

### Los objetivos de aprendizaje para esta primera unidad son:

- Revisar la evolución histórica de la generación y manejo de los residuos sólidos.
- Conocer el marco legal e institucional del manejo de los residuos sólidos a nivel nacional.
- Comprender algunos términos relacionados con el manejo y clasificación de los residuos sólidos.

## Gestión de los residuos sólidos

### Evolución histórica de la generación y manejo de los residuos sólidos

Cuidar el medio ambiente es de gran importancia para la sociedad y se debe contribuir a la conservación del mismo por medio de un buen manejo de los recursos y tratamiento de los residuos que se generan en los procesos productivos de transformación. El desarrollo de las diferentes actividades humanas crea una cadena de residuos en diferentes estados de la materia y de variada naturaleza; algunos de estos residuos, debido a su composición física, biológica y química, provocan efectos adversos de diversa magnitud al hombre y al medio ambiente; tal es el caso de los residuos o desechos peligrosos. No obstante, la generación de los residuos sólidos, se presenta desde el inicio de la especie humana, podríamos decir que desde la prehistoria, como se expone a continuación:

**Paleolítico:** (hace 2.500.000 años) en esta época el hombre primitivo empleaba y utilizaba los recursos que la tierra forjaba, de la misma manera los residuos generados eran eliminados sobre los suelos, dado que las principales actividades del ser humano fue-



Imagen 1. El Paleolítico

Fuente: <http://www.educacionprimariaparapadres.com/moodle/mod/page/view.php?id=459,10/09/1024>

ron la caza, recolección y pesca, esto con el objetivo de sobrevivir. Formaban grupos reducidos de individuos o tribus nómadas, los cuales organizaban campamentos a la orilla de los ríos con la finalidad de asegurar su comida y agua por un tiempo. Todos los residuos que generados se quedaban en ese lugar, pues eran ellos los que migraban en búsqueda de un nuevo territorio. La huella que sus actividades dejaron en la naturaleza fue muy superficial (Lezcano, 2001).

**Neolítico:** (hace 5000 años) en esta época el ser humano descubre la agricultura y la ganadería, sin dejar atrás las prácticas utilizadas en el Paleolítico. El hombre se convierte en sedentario y construye los primeros poblados, inicia el progreso en la producción de bienes duraderos fundamentados en materiales naturales como la madera, el cuero, y las fibras textiles naturales, algodón y lana, desarrollo de la cerámica, el residuo así generado era escaso y fácilmente reciclable (Consorti per la formación continua de, Ríos Hernández, 2009).

Los residuos comenzaron a depositarse en su entorno, por su carácter orgánico biodegradable y por su escasa cantidad, no generaba dificultades y se integraba al ciclo de la naturaleza, los subproductos de la actividad humana eran absorbidos sin problemas por los ecosistemas naturales. No obstante, ya se trazaron problemas cuando la falta de organización en la recogida de los residuos en los primitivos núcleos urbanos fue causa de plagas y epidemias que tuvieron un impacto en la población (Bermúdez, 2001).

**Edad de los metales:** en esta época el hombre descubre los metales, lo cual da un vuelco y transforma la vida del ser humano, es en esta etapa donde se desarrollan las primeras civilizaciones que acabarían por inventar la escritura, entrando a la historia. A su vez este periodo se divide en tres etapas que reciben el nombre de los metales que el hombre fue utilizando progresivamente “la edad del Cobre, Bronce y finalmente la edad del Hierro. Las culturas más desarrolladas surgieron a partir de la aparición de la metalurgia, la alfarería y las incipientes producciones de químicos, el yeso, la cal, etc. A pesar de que eran productos poco biodegradables, su reutilización y su reciclaje, no

permitían que estos residuos se convirtieran en un problema. Sin embargo, las agrupaciones humanas en conjuntos cada vez eran más numerosas aumentando la generación de residuos y su inexistente gestión comenzará a ser preocupante (Consorti per la formación continua de, 2009; Ríos Hernández, 2009).

**Edad Antigua, Egipto, Grecia y Roma:** en esta época nacen las ciudades y en ellas la basura, de naturaleza orgánica principalmente, se convierte en un foco de enfermedades infecciosas debido a su acumulación y descomposición en lugares públicos, provocando epidemias con consecuencias graves para la salud de la población. Se han encontrado depósitos incontrolados de los antiguos residuos sólidos de los romanos, los cuales dieron lugar a enormes colinas de basura, la mayoría de los residuos descubiertos en los vertederos romanos pertenecen a desechos de ceniza, carbones, huesos, animales y conchas, mientras que los elementos inorgánicos aparecen en un porcentaje mucho menor. Los recipientes inorgánicos, como la cerámica, tenían una segunda utilidad y eran quemados para utilizarlos en la agricultura, mientras que el mármol era transformado en cal y los metales eran refundidos de manera constante. Los romanos fueron los primeros en buscar soluciones construyendo obras de abastecimiento de aguas y saneamiento mediante el uso y desarrollo de cloacas (Consorti per la formación continua de, 2009).

**Edad Media:** en el siglo XIV, las ciudades eran de un tamaño considerable, carentes de las mínimas infraestructuras de saneamiento, habitadas por una población sin cultura ni estudios, sin protección social ni sanitaria, con un bajo nivel de vida para la

mayoría de las sociedades que vivían a expensas de los caprichos del señor feudal, donde los restos de comida y otros residuos, incluidos detritus, se arrojaban por las ventanas de forma incontrolada a las calles, caminos y terrenos vacíos (Tapia Páez, 2008).

Estas malas costumbres ocasionaron en Europa una enorme proliferación de ratas, azotando principalmente a España, algo más benigna que en el resto de Europa, donde murieron un tercio de sus habitantes, durante los siglos XIV, XV, XVI, XVII, siendo especialmente cruento en este último.

La basura era un problema sanitario y estético para grandes ciudades en la Edad Media, se empezaron a aplicar tratamientos en las zonas rurales los cuales son muy similares a los actuales, el estiércol mezclado con distintos componentes vegetales era el abono orgánico tradicional.

La madera de los bosques se aprovechaba para fabricar muebles y utensilios para generar calor, la maleza retirada de los bosques y caminos, se acumulaba y se prendía fuego una vez hecha cenizas se esparcía sobre los cultivos.

En el siglo XVIII se comenzó a autorizar la recolección de los residuos, las basuras domésticas por los agricultores para utilizar la fracción orgánica como fertilizante para sus cultivos y como alimento para la ganadería, fundamentalmente cerdos y el resto se eliminaba por incineración no controlada.

En este siglo, con el reinado de Carlos III, se acomete en España la primera red de alcantarillado y servicios de limpieza municipales en la capital del país. Realmente, estas medidas no fueron desarrolladas con amplitud hasta finales del siglo XVIII, cuando llegaron desde Francia las nuevas tecnologías higienistas desarrolladas gracias a los avances científicos y prácticos de la medicina, se inicia la Revolución industrial (Ríos Hernández, 2009).

En esta época se empiezan a arbitrar las primeras medidas con vistas a tratar técnicamente el incipiente problema de los residuos, que se generan ahora en tal ritmo y son de tal naturaleza, como resultado de los nuevos procesos productivos, que ya no pueden asimilarse por los ciclos naturales como hasta entonces (García Rodríguez y García Charro, 2010).

**Revolución industrial:** a finales del siglo XVIII y principios del XIX, tuvo lugar un gran desarrollo de la metalurgia y de la producción industrial de bienes. Como consecuencia, se dio una aparición considerable de residuos así como una importante emisión de dióxido de carbono (CO) a la atmósfera. Las exploraciones establecieron que los microorganismos eran los principales causantes de las enfermedades, lo que generó un trascen-



Imagen 2. Edad Media

Fuente: [http://iescapdelllevant.org/departaments/ccss/2n\\_eso/laciutatmed.pdf](http://iescapdelllevant.org/departaments/ccss/2n_eso/laciutatmed.pdf)

dental avance en todo lo concerniente a la higiene y a la gestión de residuos, al manifestar que aquéllas podrían controlarse con adecuadas medidas de salud pública.

El transporte fue creciendo, la locomotora y el barco a vapor fueron quienes le dieron el gran impulso a la mercantilización, con estos se reducían las distancias y los tiempos de recorridos eran realmente cortos con respecto a lo que se tenía antes. A pesar de todos los beneficios y mejoras que se consiguieron con estas, también es cierto que tanta innovación, mercado y producción, trajo como resultado un impacto negativo al medio ambiente; en aquel momento no existía un marco de desarrollo para los aspectos ambientales y los impactos que fuesen a repercutir sobre ello. Se presenta un quebranto notable del ambiente, degradación del paisaje, explotación irracional de la tierra con la cual se obtenían recursos y materias primas, migración de especies animales, pérdida de la biodiversidad. Se empezó a notar un tono diferente en el aire, formaciones gaseosas no comunes generadas al quemar combustibles, lo cual era indispensable para el funcionamiento de las máquinas. La primordial fuente de combustible que se utilizó fue el carbón. Este extraído de minas naturales, también se podía producir por medio de la madera, lo que aumentó a una mayor escala la deforestación de miles de hectáreas de bosques nativos, el deterioro de los suelos y la disminución de las fuentes hídricas, contaminación atmosférica, contaminación de suelos y aguas subterráneas. Estos resultados se notaron en la salud humana al aumentar las enfermedades respiratorias y el surgimiento de otras como el cólera o el tífus. La población presente tuvo un crecimiento demográfico lo cual incrementó la presión de los recursos, consumo de materias primas y expansión territorial (Carreras Arroyo, 1992).

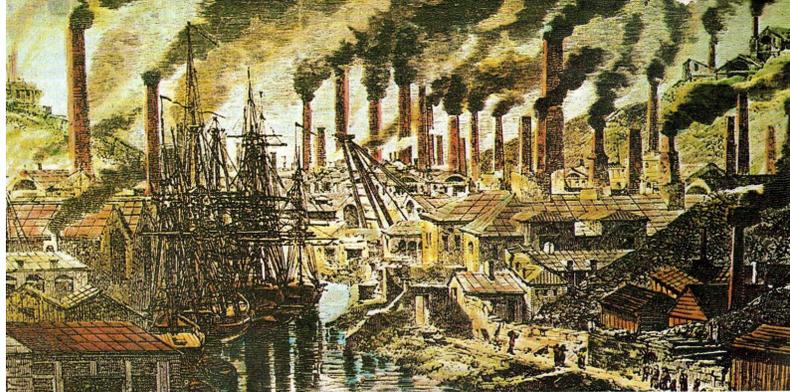


Imagen 3. Revolución industrial

Fuente: <http://grietasytramas.blogspot.com/2012/05/la-revolucion-industrial.html>

En la segunda mitad del siglo XIX se pusieron en marcha las primeras incineradoras, planes de gestión de residuos y tratamiento de aguas, aunque las epidemias siguieron afectando a la población a causa de las aún precarias condiciones de salud pública (Cuadros García, 1995). A finales de este mismo siglo, las condiciones a las que dio lugar el problema de la evacuación de los residuos sólidos era desastrosa, en Inglaterra se aprobó un acta de sanidad urbana, prohibiendo arrojar residuos sólidos en los ríos y aguas (Ríos Hernández, 2009).

**Época Contemporánea:** pero es a partir del siglo XX, después de un período oscuro durante el siglo XIX, con la expansión de la economía basada en el consumo, la cultura del usar y botar, y los extraordinarios avances técnicos experimentados cuando el problema empieza a tomar proporciones críticas y a generar un gravísimo impacto en el medio ambiente se dio lugar a la aparición de nuevos tipos de residuos, cuyo volumen y peligrosidad obligaron a desarrollar nuevas técnicas de gestión de los mismos, con el fin de minimizar su impacto (Gutiérrez García, 2013; Ríos Hernández, 2009).

Sin embargo el crecimiento de la población en el siglo XX ha acrecentado la problemática generada por los residuos, ocasionando inconvenientes para la eliminación de los mismos, lo cual obliga a desarrollar investigación de nuevas metodologías para

manejo adecuado de residuos. No obstante, se continúa realizando actividades antiguas para el manejo de los residuos. Los vertederos escondidos e incontrolados fueron considerados como los principales agentes potenciales para la transmisión y desarrollo de enfermedades, por lo cual fue invertida gran parte de dinero en la eliminación y sellamiento de este tipo de vertederos. Aparecen nuevos desechos de numerosos materiales sintéticos no degradables, como los plásticos, graves problemas de contaminación de suelos en resumen, se empieza a considerar en las sociedades modernas el desarrollo de una gestión integral de todos sus residuos (Bermúdez, 2001; Gutiérrez García, 2013).

**En Colombia:** la preocupación por los residuos generados en los centros urbanos ha partido de las consideraciones de tipo higiénico y sanitario, por lo tanto el problema se abordó desde el momento en que la comunidad disponía los residuos en la vía pública para que alguien los retirara, y en dicho momento aparece la necesidad de establecer un proceso de recolección, como parte fundamental de un servicio público, sin importar dónde irían a parar dichos residuos, o estableciendo como métodos de disposición la descarga al aire libre o a cuerpos de agua sin considerar las externalidades de tipo ambiental, lo cual propició una cultura hacia la disposición incontrolada. Las políticas nacionales de manejo de residuos han tenido un avance lento, sin embargo se han logrado construir con base a los lineamientos internacionales. Entre los principales problemas asociados a los residuos sólidos se destacaron los siguientes aspectos, una inadecuada práctica de disposición final, el manejo de los residuos sólidos estaba fundamentalmente ligado a la presentación del servicio domiciliario de aseo, una generación creciente de

residuos y deficiencias en el aprovechamiento y valorización de los mismos, el bajo desarrollo institucional del sector y finalmente se destaca la poca educación y participación ciudadana en el manejo de los residuos.

Al realizar un diagnóstico en los municipios del país en el año 2001 se encontró que tan solo 27% tienen disposición final controlada de los residuos y el resto de municipios arrojaba a botaderos a cielo abierto, la quema a cielo abierto de basuras ocasiona la emisión de distintos contaminantes generando problemas ambientales.

El manejo adecuado de los residuos sólidos, sean estos de origen doméstico, comercial, industrial o institucional, se relaciona tanto con la necesidad de proteger la salud de la población y con la necesidad de proteger la calidad del medio ambiente; por lo tanto, existen requerimientos de orden sanitario y ambiental que es preciso transformar en disposiciones normativas y reglamentarias. Asimismo, la eficiencia con que se desarrollan las labores de manejo de residuos sólidos urbanos no es ajena a la calidad con que finalmente se prestan los respectivos servicios (Cañon Parra, 2009; Correa, 2012).

En la actualidad en el ordenamiento institucional, existe una serie de organismos e instituciones involucradas en diversos aspectos de la gestión de residuos sólidos. Como son el Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Salud Protección Social a través de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA (Cañon Parra, 2009).

El desafío más grande que se tiene en el proceso de manejo de residuos es ampliar proyectos que, al mismo tiempo solucionen las graves dificultades que sobrellevan la producción y el manejo inadecuado de

los residuos o desechos, así como tener en cuenta la necesidad que tiene el país de un desarrollo incluyente y equitativo, que disminuya los niveles de pobreza, que promueva la instauración de fuentes de ingresos y de empleos, que enaltezca la competitividad de los sectores y que optimice el desempeño ambiental de todos los actores y sectores sociales que generan y manejan residuos o desechos sólidos.

**Residuos peligrosos:** en cuanto a los residuos peligrosos solo hasta los últimos 20-25 años, en el ámbito internacional, se ha establecido su manejo como un inconveniente primordial. Los diferentes eventos y catástrofes ambientales relacionadas con los residuos peligrosos han colaborado para la formación de métodos de control. Así por ejemplo, Japón fue uno de los primeros países en instituir un sistema de control para los residuos peligrosos, como acto seguido a los acontecimientos de Minamata ocurrido en los años 60, cuando se produjeron muchas muertes debido al consumo del pescado contaminado con residuos de mercurio que habían sido vertidos al mar. En el Reino Unido, se implantaron normas únicamente cuando en 1973 fueron encontrados unos tambores abandonados en campos donde jugaban niños y que contenían sales de cianuro. En los años 1980, el progresivo proceso de reglamento y control en los países industrializados condujo a un gran aumento en los costos de disposición de residuos o desechos peligrosos. Es así que con el fin de evitar los costos de disposición los **comerciantes de tóxicos** empezaron a embarcar residuos peligrosos hacia países en vía de desarrollo y a Europa Oriental. Cuando se hizo pública esta realidad, comenzaron los esfuerzos internacionales para la adopción del Convenio de Basilea (Correa, 2012; IDEAM, 2008).

Otro inconveniente, no menos significativo, es la presencia de depósitos o enterramientos antiguos de residuos peligrosos, algunos no identificables, que forman una intranquilidad para el sector ambiental y para las comunidades ubicadas en el área de influencia de tales depósitos, en razón a que varios de ellos han comenzado a tener manifestaciones que han puesto en grave riesgo a la población y a los recursos naturales (IDEAM, 2008).

Aunque se plantean un gran número de soluciones para mejorar la gestión de los residuos peligrosos, ahora se admite que lo mejor es producir menos residuos acogiendo técnicas de fabricación más limpia y disminuyendo los residuos en la medida que sea posible. Sin embargo, si se originan residuos, con frecuencia la mayor parte podrían ser reciclados, recuperados o aprovechados. Cuando las posibilidades anteriores sean agotadas, es cuando se debería pensar en un tratamiento y disposición, los cuales deben ser mediante métodos seguros.

## Marco legal e institucional

El manejo de residuos en Colombia posee una normatividad extensa debido a que comprende leyes políticas, decretos y resoluciones, entre otros, destinados a reglamentar la Gestión integral de los residuos sólidos. Las más importantes serán descritas continuación:

### **Leyes, políticas, decretos y resoluciones sobre residuos**

La normatividad más relevante es:

**La Constitución Política Nacional de 1991**, revela una constitución ecológica por la gran cantidad de artículos que hacen referencia al medio ambiente, 27 de ellos relacionados

con el amparo, preservación, vigilancia y progreso de los recursos naturales (2, 8, 49, 58, 65, 67, 79, 80, 81, 82, 88, 95, 215, 226, 267, 268, 277, 313, 315, 317, 330, 331, 334; 360, 361, 365 y 366) se destaca la responsabilidad de proteger la diversidad e integridad del ambiente así como el derecho de toda persona a gozar de un ambiente sano (Normatividad, 1991).

**Ley 23 de 1973**, la cual otorga facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente, esta ley considera el medio ambiente como un patrimonio común y por lo tanto busca prevenir y controlar la contaminación, establece como bienes contaminables el suelo, el aire y el agua, así mismo trabaja por una mejora en la conservación y restauración de los recursos naturales renovables considerando sanciones a quienes causen daño al medio ambiente (Normatividad, 1973).

**Decreto 2811 de 1974**, el cual establece el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El artículo 36 del decreto impide la descarga sin autorización de residuos sólidos (basura, desechos, y desperdicios) que ocasionen perjuicio a individuos o deterioros al ambiente, así mismo estipula un sistema de procesamiento final de las basuras haciendo uso de metodologías basadas en los avances tecnológicos y científicos, para una gestión adecuada de residuos sólidos. Con el artículo 34 del decreto 2811, el gobierno establece que para el manejo de los residuos sólidos se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos sólidos, basuras, desperdicios y, en general, de dese-

chos de cualquier clase, así mismo apoya e impulsa la investigación para el adelanto de nuevas técnicas que reintegren al transcurso natural los residuos líquidos, gaseosos y sólidos donde la reutilización y restauración sirvan para la producción de nuevos bienes y esto conlleve a ser amigable con el ambiente y la salud humana (Normatividad, 1974).

**Ley 99 de diciembre 22 de 1993**, elaborada por el Congreso de la República de Colombia. Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Esta ley abarca, los principios del manejo de residuos sólidos sobre los cuales la Política Ambiental Colombiana se fundamenta, regula las condiciones para el saneamiento del medio ambiente, con la finalidad de atenuar el impacto de actividades contaminantes al ecosistema; impone medidas para imposibilitar la entrada al país de residuos nucleares y desechos tóxicos e implanta límites máximos de emisión, fabricación, distribución y descarga de sustancias que originen degradación del medio ambiente, tal como son los productos agropecuarios de origen químicos o biológicos. Una de las funciones del Ministerio es regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural (Normatividad, 1993)

**Ley 142 de 1994**, expedida por Congreso de la República de Colombia. Con esta ley se es-

tablece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se decreta que la prestación del servicio de aseo está a cargo de Empresas de Servicio Público (E.S.P.), privadas, mixtas o directamente por los municipios, donde su objetivo es desenvolver las actividades propias de los servicios públicos de una manera respetuosa con el ambiente (Normatividad, 1994).

**Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos, 1997.** Elaborada por el Ministerio del Medio Ambiente. Contiene el diagnóstico de la situación de los residuos, los principios específicos (Gestión integrada de residuos sólidos, análisis del ciclo del producto, gestión diferenciada de residuos aprovechables y basuras, responsabilidad, planificación y gradualidad), los objetivos y metas, las estrategias y el plan de acción. Plantea como principio la reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, el tratamiento y transformación y la disposición final controlada, cuyo objetivo fundamental es impedir o minimizar de la manera más eficiente, los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y peligrosos, y en especial minimizar la cantidad o la peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico (Normatividad, 1997a).

**Leyes 511 y 491 de 1999,** expedidas por el Congreso de la República mediante las cuales obliga a los Entes Territoriales, a mejorar las condiciones de vida (vivienda, protección en salud, establece el día del reciclador, crea otros incentivos para el reciclaje) para las personas que trabajan en actividades de reciclaje, así mismo se declara la Ley 491 como penal de amparo al medio ambiente y de creación del seguro ecológico (Normatividad, 1999).

**Resolución 1096 de 2000,** expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por el cual se adopta el Reglamento Técnico del sector de agua potable y saneamiento básico- RAS (Normatividad, 2000a, 2000b, 2000c).

**Resolución 201 de 2001,** expedida por la Comisión de Regulación de Agua potable y saneamiento básico (CRA). Por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados (Normatividad, 2001a, 2001b, 2001c).

**Resolución 1045 de 3 de septiembre de 2003,** expedida por el Ministro de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS (Normatividad, 2003a, 2003b).

**Decreto 838 de 2005,** por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, consideraciones ambientales sobre rellenos sanitarios, fomento a la regionalización de los rellenos sanitarios y se dictan otras disposiciones (Normatividad, 1995a, 1995b, 1995c).

**Ley 945 de 1995,** desarrollada por el Congreso de la República se aprueba el protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización por daños. Se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. (Normatividad, 1995a, 1995b, 1995c).

**Acuerdo 287 del 2007,** expedido por el Concejo de Bogotá se determinan la normatividad para garantizar la inclusión de los recicladores en los procesos de la gestión

y manejo integral de residuos sólidos. Este Decreto solo aplica para la capital del país.

**Resolución 1363 y 0062 del 2007**, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y el IDEAM, despliegan una serie de requisitos y protocolos para el muestreo y análisis de propiedades físico-químicas de residuos peligrosos y de esta manera dicta las obligaciones para el registro de los generados de residuos peligrosos.

**Resolución 429 de 2007**, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico expidió la resolución CRA, por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos ordinarios y se dictan otras disposiciones (Normatividad, 2007a, 2007b, 2007c).

**CONPES 3530 del 2008**, Consejo nacional de Política Económica y Social el cual dictamina los lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.

**Acuerdo Distrital 344 del 2008**, el Consejo de Bogotá crea un programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos. Este Decreto aplica únicamente para la capital del país.

**Ley 1259 del 2008**, el Congreso de la República legisló a los que no cumplen con las normas de aseo limpieza y recolección de escombros mediante un comparendo ambiental (Normatividad, 2008a, 2008b).

**Resolución 371 del 2009** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

establecen los elementos que deben ser considerados en los planes de gestión de devolución de productos posconsumo de fármacos o medicamentos vencidos.

**Resolución 372 del 2009** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Constituyen los elementos que deben contener los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos-consumo de Baterías usadas Plomo Ácido.

**Resolución 427 del 2009** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial prohíbe la fabricación, importación, distribución y comercialización de detergentes que contengan fósforo por encima de los límites máximos establecidos.

**Resolución 482 del 2009** del Ministro de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Reglamenta el manejo de bolsas y recipientes que han contenido residuos de las actividades de atención de salud (Normatividad, 2009a, 2009b, 2009c).

**Decreto 3678 de 2010**, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial establece los criterios para la imposición de sanciones por la falta de cumplimiento con los deberes de las actividades forestales.

**Las resoluciones 1457, 1297 1512 de 2010** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial constituyen sistemas de recolección selectiva y Gestión Ambiental de llantas usadas, pilas y residuos de computadores.

**Resolución 2086 de 2010**, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial insta los métodos para la estimación de multas. Adicionalmente, mediante la resolu-

ción 1503, se definieron las sistemática para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental, para todo tipo de proyectos.

**Decreto 2820 de 2010** del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial se determina que la Licencia Ambiental incluye los permisos y autorizaciones requeridas para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables necesarios para el desarrollo del proyecto, así mismo se debe informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos ambientales (Normatividad, 2010a, 2010b, 2010c).

**Decreto 125 de 20 de enero de 2011** del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural hace referencia al Programa Especial de Reforestación con el fin de ejecutar proyectos de reforestación comercial en las áreas afectadas por el Fenómeno de la Niña 2010-2011.

**Ley 1466 de 2011** se instaure en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones. Mediante resolución 935 de 2011, se establecen los métodos para la evaluación de emisiones contaminantes por fuentes fijas y se determina el número de pruebas para la medición de contaminantes (Normatividad, 2011a, 2011b).

**Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013**, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio reglamenta la prestación del servicio público de aseo, resaltando los principios de eficiencia con continuidad, calidad y cobertura; en el marco de la Gestión integral de residuos sólidos, con la finalidad de desarrollar una cultura de la no basura; fomen-

tar el aprovechamiento; minimizar y mitigar el impacto en la salud y en el ambiente que se pueda causar por la generación de los residuos sólidos. Entre las obligaciones de los usuarios está entregar los residuos sólidos para la recolección en recipientes retornables o desechables, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS de forma tal que facilite la actividad de recolección por parte del prestador. Dicta la normativa para las estaciones de clasificación y aprovechamiento (Normatividad, 2013).

### Manuales

- GTC 86:2003 guía para la implementación de la GIRS.
- GTC 24 Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.
- Gestión integral de residuos hospitalarios y similares en Colombia, Manual de procedimientos.
- Proyectos de Gestión integral de residuos sólidos. Guía práctica de formulación, 2002.
- Guía para la selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos, 2002.

### Marco institucional

La estructura institucional en manejo de residuos sólidos y servicios públicos se deriva de las disposiciones de la Ley 99 de 1993 y la Ley 142 de 1994 así como de sus decretos reglamentarios. En el diagrama 1, 2 y 3 se presentan las funciones y competencias de las diferentes instancias del gobierno, entre las cuales vale la pena resaltar la responsabilidad directa de las entidades territoriales en la gestión integral de residuos sólidos.

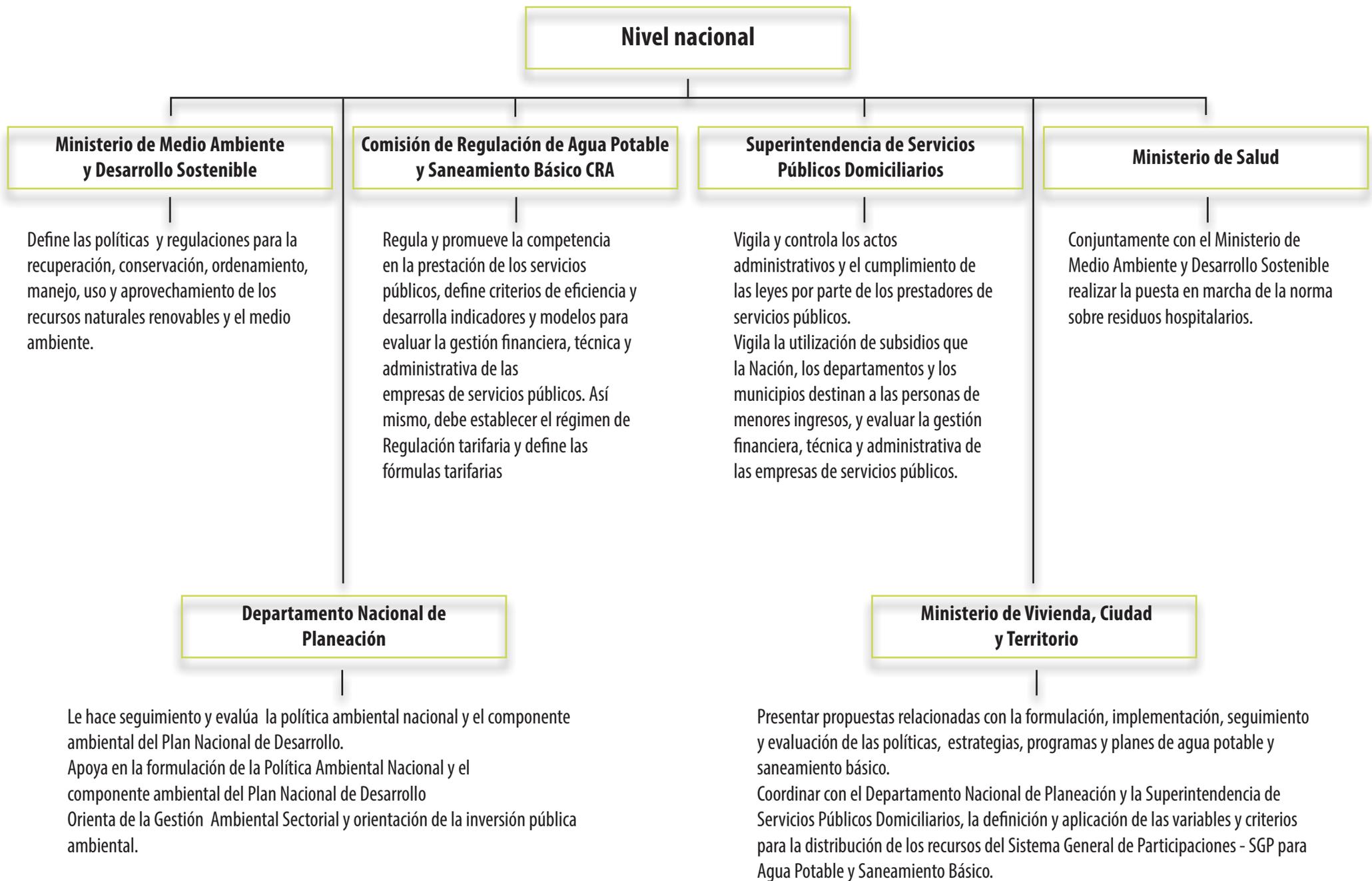


Figura 1. Nivel nacional  
Fuente: Propia, Adaptado de Gómez, 2000.

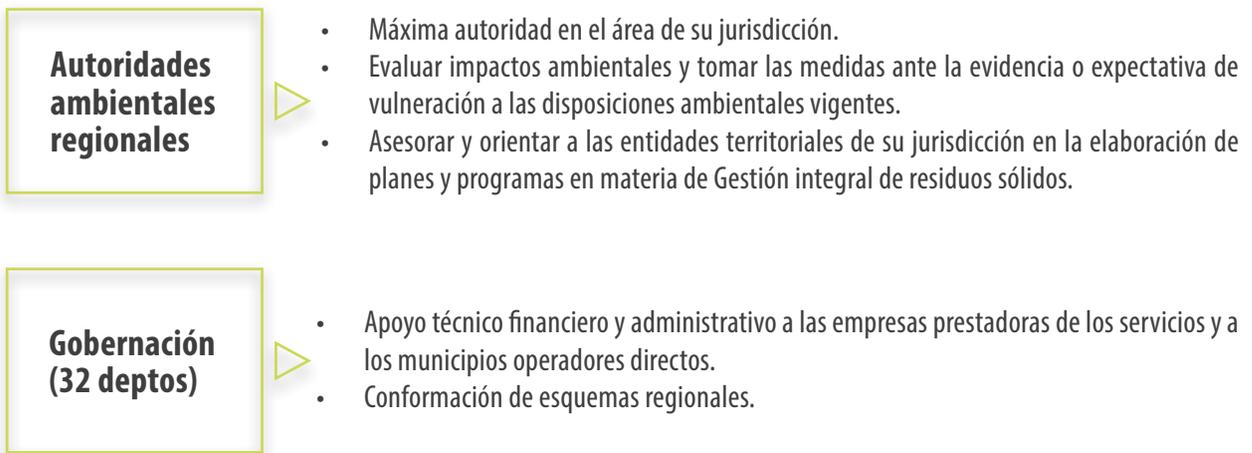


Figura 2. Nivel Regional  
Fuente: Propia, Adaptado de Gómez, 2000.

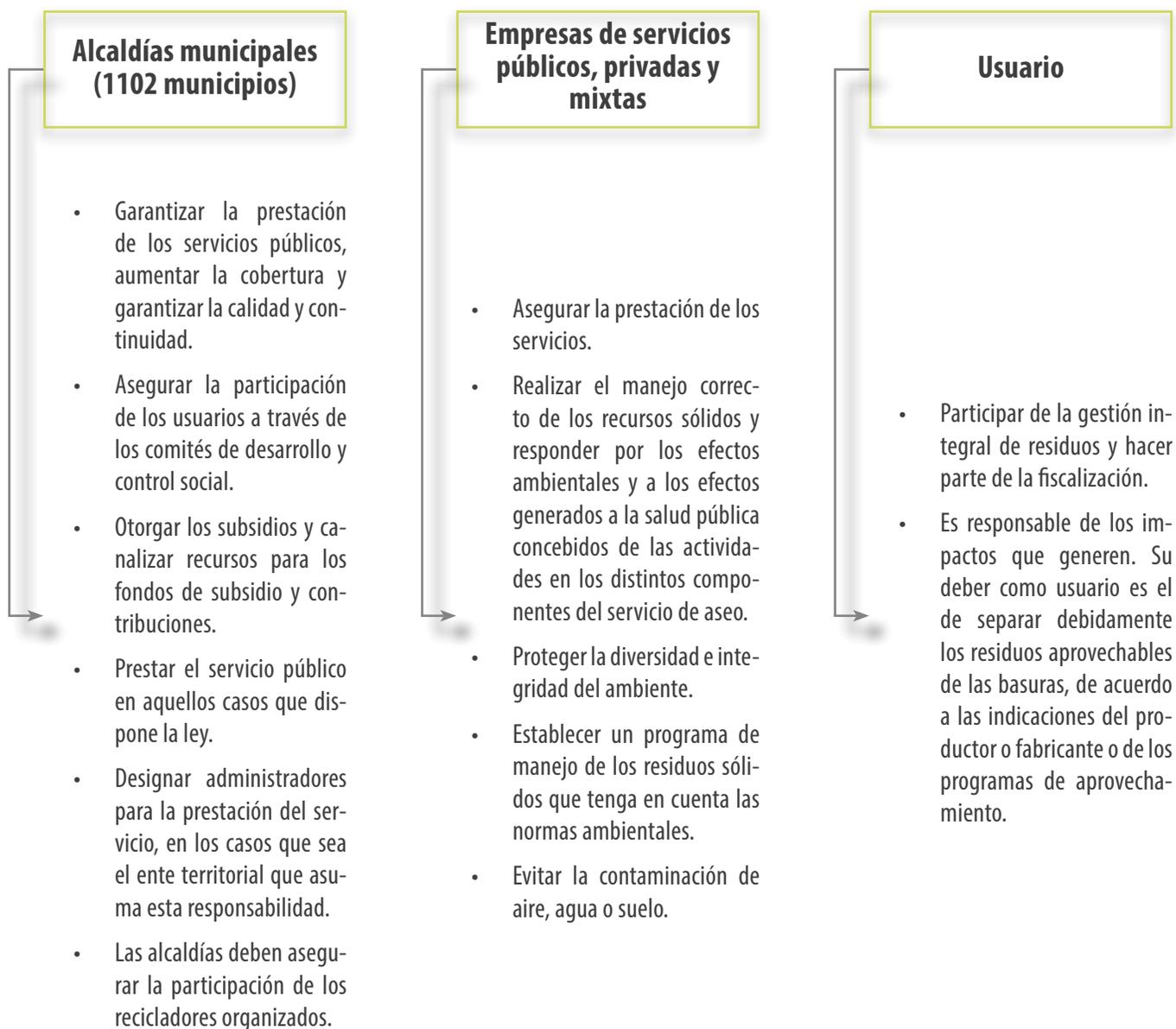


Figura 3. Diagrama 3. Nivel Local  
Fuente: Propia, Adaptado de Gómez, 2000

## Manejo integral de residuos sólidos

El manejo integral y sustentable de los residuos sólidos se refiere al uso de prácticas combinadas para manipular estos residuos de manera segura y efectiva. Implica la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, minimización, separación en la fuente, almacenamiento, transporte, aprovechamiento, valorización tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos peligrosos y no peligrosos, de lo cual derivan beneficios ambientales, optimización económica y aceptación social en un sistema de manejo práctico para cualquier región. Estos se realizan de manera individual o interrelacionadas de manera adecuada y en condiciones que propendan por el cuidado de la salud humana y el ambiente (Normatividad, 1997b; Valorization-Fruits, 2008).

El manejo integral de residuos incorpora la combinación de tecnologías entre las cuales se mencionan la reducción, la reutilización, el reciclaje, el compostaje, biogasificación y los rellenos sanitarios como disposición final (Tchobanoglous, 1998). Reducir la fuente, consiste en reducir la cantidad de desechos eliminando ítems antes de que ellos entren en la corriente de desechos. Este proceso incluye reducir el empaquetamiento innecesario, reutilizar o reparar los bienes más durables y comprar ítems más duraderos y grandes. La reducción contribuye con el ahorro de dinero y los recursos naturales. El reciclaje y el compostaje son procesos que potencialmente remueven materiales útiles de la corriente de desechos antes que sean incinerados o colocados en el relleno sanitario. Estos ítems pueden ser usados como materia prima para fabricar produc-

tos nuevos. El reciclaje tiene cuatro pasos: recuperar lo reciclable, separar los materiales por tipos, procesar los materiales y usar los productos hechos con material reciclado. Por otra parte, el compostaje permite remover los desechos orgánicos de la corriente de desechos y lo transforma en un rico complejo nutritivo (compost) que puede ser usado en los jardines y lechos de flores. Los rellenos sanitarios constituyen la opción final para la mayoría de los desechos (Ponte de Chacín, 2008).

Es importante considerar el tratamiento previo, también denominados de preparación del residuo: en estas instalaciones de gestión se descargan, almacenan y manipulan los residuos para poder posteriormente transportarlos a otro lugar para su valorización o eliminación definitiva. En estas instalaciones se realizan operaciones de manipulación del residuo que persigue una mayor facilidad para su traslado y óptima gestión final. Se incluyen las operaciones de recogida, almacenamiento, desmontaje, clasificación, selección, compactación, fragmentación, trituración, peletizado, secado, reenvasado, separación, combinación o mezcla de residuos previos a la valorización o eliminación definitiva de los residuos.

El punto clave no es cuántas opciones de tratamiento se utilicen, o si se aplican todas al mismo tiempo, si no que sean parte de una estrategia que responda a las necesidades y contextos locales o regionales, así como a los principios básicos de las políticas ambientales en la materia.

Cada país y cada ciudad establecerán sus programas de acuerdo a las políticas y normas nacionales que existan para lograr lo anterior de acuerdo a sus condiciones locales y a sus capacidades económicas. De

acuerdo con las metas a corto y mediano plazo fijados en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92), (Acurio, Rossin, Teixeira, & Zepeda, 1997).

### **Plan de Gestión integral de residuos sólidos (PGIRS)**

Se define, como el documento que contiene el conjunto de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades que garanticen la Gestión integral de residuos sólidos de una empresa.

Para facilitar la preparación de los PGIRS, el Ministerio de Ambiente ha elaborado guías para el Manejo Integral de los Residuos mediante el cual, a través del manejo de los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos. En ella se definen los procesos y las actividades necesarias para identificar, valorar, prevenir o mitigar los impactos ambientales negativos, derivados del manejo de residuos sólidos (Jaramillo Henao & Zapata Marquez, 2009).

Los municipios y distritos, deberán elaborar, implementar y mantener actualizado un plan municipal o distrital para la gestión integral de residuos o desechos sólidos en el ámbito local y/o regional según el caso, en el marco de la gestión integral de los residuos.

El PGIRS deberá incorporar y fortalecer de manera permanente y progresiva las acciones afirmativas a favor de la población reci-

cladora. Así mismo, el PGIRS tendrá en cuenta entre otros, los siguientes lineamientos estratégicos:

1. Reducción en el origen: implica acciones orientadas a promover cambios en el consumo de bienes y servicios para reducir la cantidad de residuos generados por parte de los usuarios. Incluye el desarrollo de acciones que fomenten el ecodiseño de productos y empaques que faciliten su reutilización o aprovechamiento, la optimización de los procesos productivos, el desarrollo de programas y proyectos de sensibilización, educación y capacitación.
2. Aprovechamiento: implica el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de residuos para su incorporación en el ciclo productivo con viabilidad social, económica y financiera que garanticen su sostenibilidad en el tiempo y evaluables a través del establecimiento de metas por parte del municipio o distrito.
3. Disposición final de los residuos generados que no puedan ser aprovechados. La implementación de los programas y proyectos establecidos en el PGIRS deberá incorporarse en los planes de desarrollo del nivel municipal y/o distrital y con la asignación de los recursos correspondientes.

### **Definición de residuos sólidos**

Todo tipo de material, orgánico o inorgánico que el usuario descarta después de haber consumido o utilizado un bien o producto.

### **Clasificación de los residuos sólidos**

El residuo se puede clasificar de varias formas, tanto por estado, origen o características. A continuación se presenta la clasifi-

cación establecida en el Decreto 351 de 2014 por el cual se reglamenta la Gestión integral de los residuos generados en la atención de salud y otras actividades (Ver tabla 1).

### **Residuos no peligrosos**

Son aquellos producidos por el generador en desarrollo de su actividad, que no presentan ninguna de las características de peligrosidad.

### **Residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso**

Un residuo o desecho con riesgo biológico o infeccioso se considera peligroso, cuando contiene agentes patógenos como microorganismos y otros agentes con suficiente virulencia y concentración como para causar enfermedades en los seres humanos o en los animales.

Los residuos o desechos peligrosos con riesgo biológico o infeccioso se subclasifican en:

**Biosanitarios:** son todos aquellos elementos o instrumentos utilizados y descartados durante la ejecución de las actividades señaladas en el artículo 2° de este decreto que tienen contacto con fluidos corporales de alto riesgo, tales como: gasas, apósitos, aplicadores, algodones, drenes, vendajes, mechas, guantes, bolsas para transfusiones sanguíneas, catéteres, sondas, sistemas cerrados y abiertos de drenajes, medios de cultivo o cualquier otro elemento desechable que la tecnología médica introduzca.

**Anatomopatológicos:** son aquellos residuos como partes del cuerpo, muestras de órganos, tejidos o líquidos humanos, generados con ocasión de la realización de necropsias, procedimientos médicos, remoción quirúrgica, análisis de patología, toma de biopsias o

como resultado de la obtención de muestras biológicas para análisis químico, microbiológico, citológico o histológico.

**Cortopunzantes:** son aquellos que por sus características punzantes o cortantes pueden ocasionar un accidente, entre estos se encuentran: limas, lancetas, cuchillas, agujas, restos de ampolletas, pipetas, hojas de bisturí, vidrio o material de laboratorio como tubos capilares, de ensayo, tubos para toma de muestra, láminas portaobjetos y laminillas cubreobjetos, aplicadores, citocepillos, cristalería entera o rota, entre otros.

**De animales:** son aquellos residuos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos o de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas. Se incluyen en esta categoría los decomisos no aprovechables generados en las plantas de beneficio.

**Residuos o desechos radiactivos:** se entiende por residuo o desecho radiactivo aquellos que contienen radionucleidos en concentraciones o con actividades mayores que los niveles de dispensa establecidos por la autoridad reguladora o que están contaminados con ellos.

**Otros residuos o desechos peligrosos:** los demás residuos de carácter peligroso que presenten características de corrosividad, explosividad, reactividad, toxicidad e inflamabilidad generados en la atención en salud y en otras actividades.

La clasificación establecidas en el Decreto 1713 de 2002, el Decreto 2676 de 2000 y el GTC – 24 de 1998 por el cual se reglamenta la Gestión integral de los residuos hospitalarios y similares en Colombia se presenta a continuación (Gómez, 2000).

Tipo de residuo	Fuente de los residuos	Naturaleza de los residuos sólidos generados
Residencial	Casas y edificios de baja, mediana y elevada altura. Unifamiliares y multifamiliares.	Comida, papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, vidrio, aluminio, residuos especiales y domésticos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, edificios de oficinas, hoteles, estaciones de gasolina, etc.	Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos especiales y residuos peligrosos.
Institucional	Escuelas, cárceles, centros gubernamentales y otras.	Papel, cartón, plástico, madera, vidrio, metales, residuos orgánicos especiales y residuos peligrosos.
De construcción	Nuevas construcciones, pavimentos rotos y demoliciones principalmente.	Madera, escombros, acero, hormigón, suciedad, etc.
Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, parques y playas.	Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de parques, playas y zonas de recreo, arena, papel, plástico, etc.
De plantas de tratamiento	Afluente, agua residual y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de tratamiento y pretratamiento, compuestos principalmente de lodos y biosólidos.
Residuos sólidos urbanos	Son todos los residuos citados hasta el momento.	Todos los citados.
Industrial	Construcción, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícola	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedo, ganadería, granjas, etc.	Residuos de comida, agrícola, basura, residuos peligrosos.

Tabla 2. Clasificación según el origen del residuo

Fuente: Guía Ministerio del Medio Ambiente. Selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos (2002).

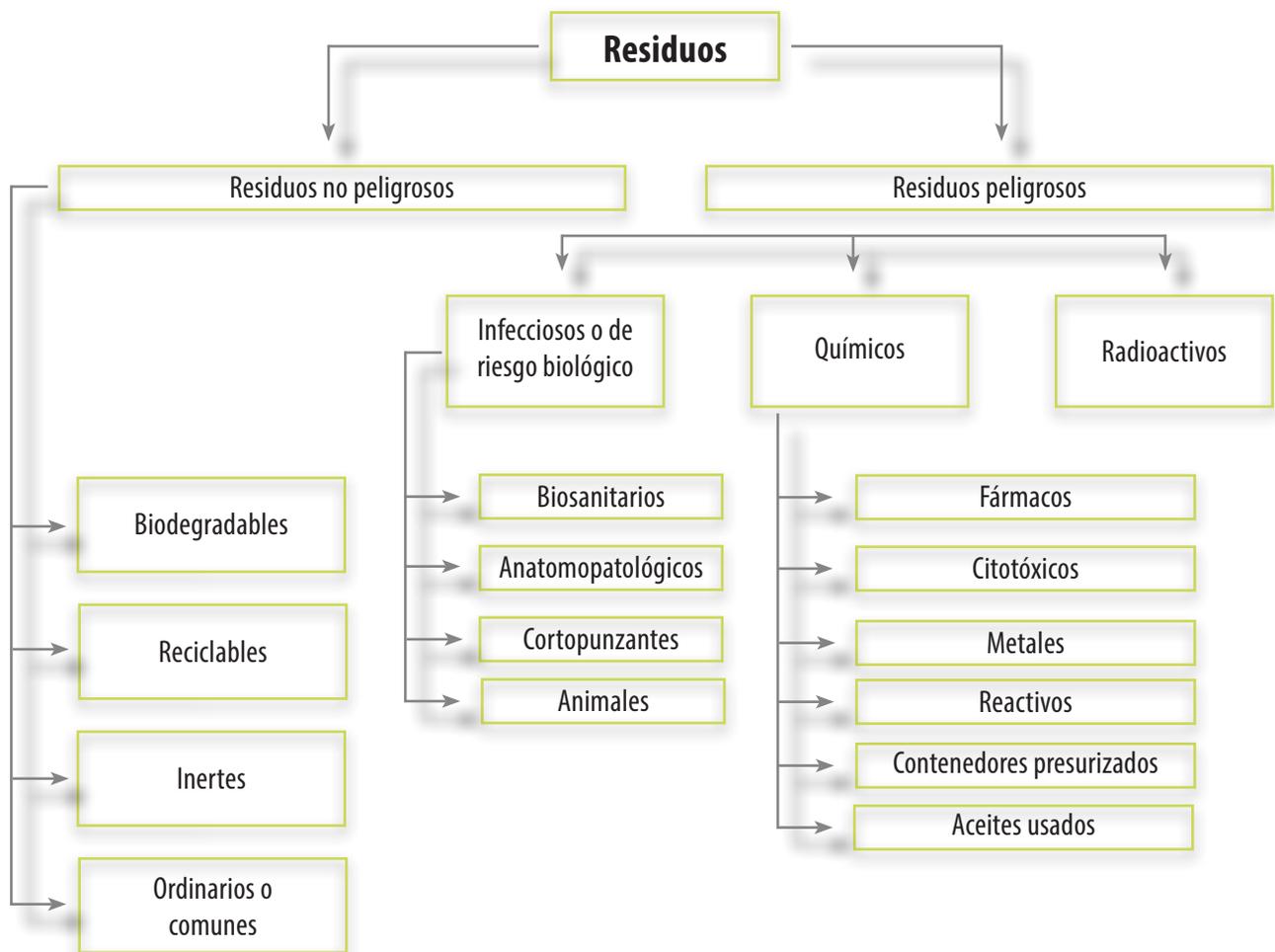


Tabla 2. Clasificación de los residuos según el Decreto 2676.  
Fuente: UNAL, 2007; Valorization-Fruits, 2008.

2

## Unidad 2

Cadena de  
generación de  
residuos



Gestión integral de residuos  
sólidos

Autor: Susan Castro

## Introducción

En la cartilla se desarrolla el concepto de residuos sólidos urbanos, realizando una descripción detallada de su clasificación y composición, luego la producción y manejo de los residuos sólidos rurales y finaliza con la relación de estos con enfermedades y su impacto en el calentamiento global y el uso de un indicador para su medición como es la huella de carbono según el enfoque que se utilice para su cálculo.

Esta cartilla desarrolla aspectos teórico-prácticos en la cual se recogen algunos de los conceptos fundamentales que llevan a los estudiantes a la interpretación, análisis reflexivo y su profundización a partir de las diferentes actividades académicas propuestas.

**Momento de aprendizaje colaborativo.** Por grupos de estudiantes dialogan sobre la cartilla, con el fin de socializarlos en los grupos. Utilizando, foros en contextos virtuales.

**Momento de aprendizaje autónomo.** El aprendizaje autónomo en el cual las actividades se desarrollan de forma individual tiene como fundamento la autoformación. Los estudiantes deben leer muy bien, en forma responsable y cumplida los documentos sugeridos.

**Momento de aprendizaje tutorial.** Este espacio individual o grupal se dedicará a la aclaración de dudas o inquietudes del estudiante por parte del tutor(a) sobre los documentos sugeridos para las reflexiones académicas sobre las temáticas en los encuentros sincrónicos.

### Objetivo general

- Revisar el análisis de la cadena productiva teniendo en cuenta los residuos sólidos urbanos, rurales y su impacto en los temas como la salud y el calentamiento global.

### Los objetivos de aprendizaje para esta segunda unidad son:

- Revisar la producción y el manejo de los residuos urbanos y sus alternativas de aprovechamiento.
- Relacionar los residuos sólidos con temas como enfermedades y el calentamiento global.

### Cadena de generación de residuos

Para el año 2014 la población colombiana se estima en 47.549.635 habitantes; en el área urbana reside el 71% y el restante 29% en el área rural, información que se presenta en

la tabla 1. En Colombia actualmente se generan 28.500 toneladas por día de residuos sólidos, 10 millones de toneladas por año de las cuales 77% son residuos domésticos y 23% residuos industriales y otros (DANE, 2013).

Población (habitantes)			
	Último censo nacional (Año 2005)	Estimado año 2013	Tasa de crecimiento (*)
Total	42.888.592	47.549.635	0,014
Urbana	29.421.141	34.005.066	0,015
Rural	13.467.451	13.544.569	0,013

Tabla 1. Población total, urbana y rural proyectada al 2013  
Fuente: DANE, 2013.

### Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se definen en la Ley de Residuos como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades (André & Cerdá, 2006).

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se pueden definir como: los residuos generados dentro del área urbana.

De tal modo, los RSU son producidos como consecuencia de una serie de actividades domésticas diarias de la población, entre estas actividades se encuentran:

- Actividades domiciliarias.
- Comerciales de servicios, establecimientos comerciales y mercados.



Imagen 1. Residuos

Fuente: La Red de Organizaciones de Recicladores Ambientales - Dame tu mano Suba (Bogotá).

- Sanitarias en hospitales, clínicas y ambulatorios.

- Limpieza viaria, zonas verdes y recreativas.
- Corte de césped y poda de árboles.
- Limpieza de playas.
- Abandono de animales muertos, muebles, enseres y vehículos.
- Industriales, agrícolas, de construcción y obras menores de reparación domiciliarias, residuos tóxicos y peligrosos.

Dentro de los residuos sólidos urbanos, se pueden diferenciar tres tipos que se especifican a continuación:

Tipo de residuo	Descripción
Residuos sólidos urbanos ordinarios	Son aquellos residuos objeto de la recogida ordinaria de basuras, a través de contenedores en la vía pública, de sistemas puerta a puerta, de puntos de recogida voluntaria o de otros sistemas de recogida. Se incluyen los residuos comerciales o de productores singulares como pueden ser los mercados, los hoteles y restaurantes, los hospitales y de actividades sanitarias asimilables a urbanos, oficinas, grandes superficies comerciales, etc; y los procedentes de la limpieza viaria y de espacios verdes.
Residuos sólidos urbanos voluminosos	Son residuos que no pueden ser evacuados por medios convencionales debido a su gran volumen, tales como grandes electrodomésticos, muebles, colchones, somieres, puertas, etc. Los sistemas habituales de recogida de estos residuos son puerta a puerta o en puntos de recogida voluntaria.
Residuos sólidos urbanos especiales	Son residuos que tienen el mismo origen que los residuos sólidos urbanos ordinarios pero, debido a su composición química, han de ser gestionados de una manera diferenciada porque pueden comprometer el tratamiento biológico o la recuperación de otras fracciones contenidas en las basuras. Además, pueden suponer un riesgo para el medio ambiente o para la salud de las personas. Este grupo se compone de residuos tales como pinturas, fluorescentes, pilas usadas, aceites lubricantes, baterías de coche, etc.

Tabla 2. Tipos de residuos sólidos  
Fuente: Adaptado de Ríos Hernández, 2009

## Composición de los Residuos Sólidos Urbanos- RSU

Cuando se habla de composición de los residuos sólidos urbanos, se refiere a los componentes que forman estos residuos expresados en porcentaje, en peso. Para una adecuada gestión de los RSU es fundamental conocer la composición de los mismos,

ya que esta puede ser muy variada y versátil, encontrándose infinidad de materiales dependiendo del nivel de vida, la época del año y el modo de vida de la población. A pesar de la gran heterogeneidad de los residuos sólidos urbanos, estos se pueden clasificar en las categorías recogidas en el cuadro siguiente desde el punto de vista de su caracterización (Ríos Hernández, 2009).

Componente principal	Fracciones
Papel y cartón	Diarios, revistas, papel de oficina, cartón y otros
Plástico	PET, PEAD, PVC, PP, PS, Film entre otros
Restos de comida	Son los restos de comida, de jardinería, etc. En peso son la fracción mayoritaria en el conjunto de los residuos urbanos.
Textiles	Ropas y vestidos y elementos decorativos del hogar.
Maderas	En forma de muebles mayoritariamente.
Goma, cuero y corchos	
Residuos de poda y jardinería	
Metales no ferrosos	Son latas, restos de herramientas, utensilios de cocina, mobiliario, Aluminio, Bronce y Plomo
Vidrio	Son los envases de cristal, frascos, botellas, Blanco, verde, Ámbar
Pañales y apósitos	
Otros	

Tabla 3. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos- RSU

Fuente: Sena, <http://ambienteadsi.blogspot.com/2012/08/manejo-integral-de-residuos-solidos.html>, (Ríos Hernández, 2009).

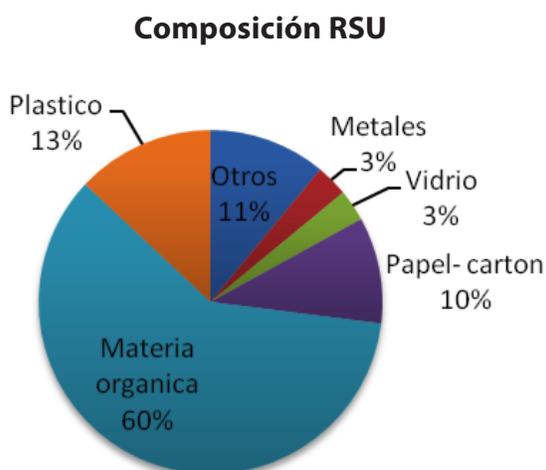


Figura 1. Composición RSU-porcentajes  
 Fuente: Sena, <http://ambienteadsi.blogspot.com/2012/08/manejo-integral-de-residuos-solidos.html>

### Reducción y factores que intervienen en la composición de residuos sólidos urbanos

Las principales causas que han provocado un incremento alarmante en la producción de residuos son las siguientes:

1. Un rápido crecimiento demográfico.
2. La concentración de la población en centros urbanos (elevada densidad de población).
3. Un aumento desmesurado de las necesidades energéticas y materiales del hombre, provocando así un mayor aumento de los desperdicios.
4. La utilización de materiales y productos de rápido envejecimiento o, incluso, de no reutilización.
5. Modo de vida de la población.
6. Actividad de la población y características.
7. Climatología de la zona.

La composición de los residuos sólidos urbanos puede verse influida por infinidad de factores, entre los que se destacarán los siguientes:

- a. El poder adquisitivo. Cuanto mayor es el nivel de ingresos, menor es el porcentaje de materia orgánica (restos de comida, principalmente) que encontramos en los residuos sólidos urbanos, ya que la población con ingresos económicos medios-elevados suele comer fuera de casa durante los días laborables y, al mismo tiempo, aumenta considerablemente la presencia de envases y embalajes con respecto a poblaciones con ingresos bajos.
- b. El desarrollo económico, social y cultural de la zona. La composición de los residuos sólidos urbanos está íntimamente ligada al nivel económico, social y cultural de la población, ya que dependiendo de sus hábitos, se obtendrán distintas composiciones de los residuos.



Imagen 2. Residuos sólidos  
 Fuente: La Red de Organizaciones de Recicladores Ambientales - Dame tu mano Suba (Bogotá).

- c. La localización. La producción de residuos sólidos urbanos varía dependiendo de la zona de estudio: existen diferencias claras entre la composición de los residuos sólidos urbanos de las grandes ciudades y la de los pueblos. A este respecto, en las grandes ciudades se consumen productos más elaborados, con lo que se reduce la fracción orgánica de los residuos y se incrementan las fracciones de vidrio, papel, cartón y plásticos.

### Caracterización de los residuos sólidos urbanos

Parámetros que definen las características de los RSU
Composición
Densidad
Poder calorífico (PC)
Humedad
Relación C/N

Tabla 4. Parámetros de los RSU  
Fuente: Adaptado de Ríos Hernández, 2009.

La caracterización de los residuos sólidos urbanos es fundamental para los aspectos de la planificación y gestión de los mismos. Conocer las cantidades de residuos sólidos originadas es necesario para elegir los equipos y maquinarias, el esquema de los itinerarios de recogida, las instalaciones de recuperación de materiales y las de disposición final. Además de las anteriores utilidades que tiene la caracterización de los residuos sólidos generados y recogidos, es establecer el cumplimiento de los programas nacionales y estatales de gestión y la implementación de mejoras en los diseños de sistemas

de gestión y tratamiento de los residuos de una localidad a partir la determinación de la generación, composición y la densidad (Runfolá & Gallardo, 2009).

### Residuos sólidos rurales

Son los residuos derivados de las actividades realizadas en áreas rurales, que pueden ser recuperados naturalmente o pueden ser reciclados. La mayoría de los residuos orgánicos (80%) entre ellos residuos alimenticios, desperdicios de las cosechas, paja y rastrojos secos, restos generados de trabajos como la agricultura, poda, restos de jardinería, deshierbe, entre otros. El 20% restante está compuesto de residuos sólidos inorgánicos como: vidrios, latas, botellas de plástico, cartón y papel.

Las comunidades rurales por lo general no cuentan con los servicios básicos como la electricidad por este motivo hay presencia de pilas, aunque su cantidad es mínima pero es de tener en cuenta que son residuos sólidos tóxicos muy peligrosos (Tipán Gualoto & Yáñez Salazar, 2011).

### Residuos agrícolas, forestales y ganaderos

Se conocen como residuos agrícolas y forestales, todos aquellos que se forman a partir de cultivos de leña o de hierba y los producidos en el desarrollo de actividades propias de estos sectores. Estos residuos se obtienen de los restos de cultivos o de limpiezas que se hacen del campo para evitar las plagas o los incendios y pueden aparecer en estado sólido, como la leña, o en estado líquido, como los purines u otros elementos residuales obtenidos en actividades agropecuarias (Alcántara, 1993).

Hasta mediados del siglo XX la agricultura se manejaba de forma natural con técnicas

y productos que no se habían modificado desde sus inicios, con la aparición de los primeros fertilizantes químicos en los años 40, se incrementó su uso en una forma muy significativa y a su vez se observó un gran aumento en la producción de alimentos, adicionalmente cuando se aplicaban fertilizantes con nitratos los rendimientos se incrementaban aún más, esto hizo que se empezaran a utilizar de forma masiva, lo que ha demostrado que para obtener los mismos resultados de esa época se deba incrementar las dosis de los productos de 20 unidades usados inicialmente a 240 unidades.



Imagen 3. Gestión ambiental residuos solidos  
Fuente: <http://www.fundargalapagos.org/portalj/images/FundarPics2011/10-OCT/FUNDAR-GALAPAGOS-MANEJO-DESECHOS-RESIDUOS-visita-extranjeros-proyecto-isabela-01a.jpg>

Con el uso de abonos, también se desarrollaron las malas hierbas lo que lleva al uso de herbicidas, seguidos por fungicidas y plaguicidas y a que ya no haya un control biológico natural como lo era en un principio.

Es así como los residuos agrícolas y ganaderos generan un gran cantidad, para prevenir y minimizar su producción y separarlos des-

de el origen son dos puntos claves para el control y tratamiento, además reduzcan las incidencias negativas de los desechos y posibilite la valoración o disminución del residuo.

Los residuos sólidos orgánicos son de fácil biodegradación y su tratamiento se realiza de la siguiente manera:

- Compostaje aerobio.
- Compostaje anaerobio.
- Alimento para animales domésticos.

Los residuos sólidos inorgánicos y los de lenta biodegradación pueden ser reciclados, si existe un mercado para poderlos comercializar, de lo contrario estos serán trasladados a un relleno sanitario manual local.

La composición de los residuos sólidos dentro de un ambiente rural es diferente con el ambiente urbano en parte por las costumbres de manejo. Los residuos sólidos orgánicos en zonas rurales son utilizadas para la alimentación de los animales o como abono natural, mientras que en las zonas urbanas todo el material orgánico es desechado en su totalidad (Tipán Gualoto & Yáñez Salazar, 2011).

### **Producción y manejo de residuos sólidos en los domicilios rurales**

Los residuos sólidos no tienen las mismas características. El volumen y tipo de residuos que se originan en las ciudades pequeñas y poblados rurales pueden variar de comunidad en comunidad y son diferentes a los en las grandes ciudades. Las propiedades a la actividad que los produce y es beneficioso conocer el tipo y volumen de residuo que genera cada actividad para desarrollar métodos de manejo adecuados (Alegre, 2011). Las fuentes que producen residuos sólidos

con características peculiares son:

- Viviendas.
- Mercados y ferias.
- Hospitales.
- Colegios.
- Mataderos.
- Agricultura.
- Ganadería.
- Otros (pequeña agro-industria, minería, artesanía, etc.).

La cantidad y características de los residuos sólidos domésticos obedecen especialmente a las costumbres de consumo y de la actividad productiva que fortuitamente desenvuelva cada familia (por ejemplo, crianza de animales domésticos, jardinería, agricultura en pequeña escala, etc.).

### **Alimentación de los animales domésticos**

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos rurales es utilizarlos para alimentar diferentes animales domésticos como conejos, gallinas, cabras, perros, cerdos, etc. Los restos orgánicos poseen un alto contenido de humedad lo cual dificulta el almacenamiento, el consumo debe ser rápido con el fin de evitar problemas de fermentación o descomposición del mismo. Para incorporar el producto orgánico como complemento importante en la alimentación animal, es necesaria una correcta planificación en la que se tenga en cuenta de que productos se dispone en que cantidad y en que periodos de tiempo. Los residuos sólidos orgánicos tratados adecuadamente pueden transformarse en una excelente fuente de alimentación animal (Tipán Gualoto & Yáñez Salazar, 2011).

### **Residuos sólidos y su impacto en la salud**

Las implicaciones del manejo y tratamiento incorrecto de los residuos sólidos urbanos son extensas y afectan a la población en las distintas etapas de su proceso, desde la generación hasta la disposición final de los mismos. Los residuos sólidos ordinarios y peligrosos son los principales problemas ambientales tanto en las áreas urbanas, rurales como en las zonas industrializadas de los municipios, puesto que ocasionan un impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los residuos y amenazan la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental. Por esta razón es importante tener gran cuidado en el manejo que se le da a los residuos que se generan en los hogares o lugares de trabajo y estudio.

Los efectos en la salud provenientes de la inadecuada gestión de los residuos sólidos se producen por dos modalidades directa o indirecta.

Los efectos directos son originados por el contacto con los residuos de manera inmediata, temporal, o de manera permanente. Los efectos indirectos por el contrario se generan por alteraciones del medio natural, producidos por su disposición sin control que actúa como fuente de producción para el desarrollo y crecimiento vectores que pueden transmitir enfermedades infecciosas (Ralli, 2013).

Por lo tanto se puede considerar que los impactos directos son soportados por personas con trabajos informales que tienen un contacto directo con los residuos, en condiciones no apropiadas por lo tanto están expuestos a mayores riesgos.

Para el caso de los operarios del servicio de aseo, sino utilizan los instrumentos de protec-

ción adecuados están expuestos a altos riesgos, entre los cuales están: cortes con vidrios y/o perforaciones con objetos punzantes (agujas, jeringas, clavos, espinas); este tipo de accidentes son relacionados con la poca información y educación de la población en general la cual no realiza separación de los residuos y también la falta de protección apropiada por parte de las personas encargadas de manejarlos (Ralli, 2013).

Así mismo la presencia de animales domésticos (Vacas, cerdos, aves, perros, caballos, entre otros) en sitios de vertimientos incontrolados de residuos son potencialmente transmisores de enfermedades. La alimentación de animales con residuos orgánicos sin un tratamiento previo es una práctica prohibida en salud pública; sin embargo es realizada constantemente en lugares de disposición final, fincas, mercados y varios lugares públicos, es una práctica difundida tanto en los sitios de disposición final como en los de almacenamiento en hogares, calles, mercados y otros sitios públicos. A todo esto se suma la contaminación de los desechos orgánicos con materia fecal, ocasionando un incremento en enfermedades de origen parasitario como teniasis o triquinosis entre otros en los animales alimentados con estos desechos (Alcántara, 1993; André & Cerdá, 2006).

### **Acciones preventivas**

- Es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones para evitar el contagio y propagación de enfermedades:
- Cuando haya basura y residuos en la casa, deben almacenarse en recipientes cerrados.
- Al generar la basura, es importante colocarla en bolsas plásticas y en contenedo-

res cerrados que eviten la diseminación de gérmenes y bacterias por el aire y el contacto con vectores.

- No arrojarla en la calle, parques o espacios públicos.
- Barrer la calle y recoger la barredura.
- Recoger los excretos de las mascotas.
- Prestar un adecuado servicio de aseo.
- Campañas de educación a la población, desde la más temprana edad para crear conciencia sobre los peligros del inadecuado tratamiento de los residuos.

### **Residuos sólidos y su impacto en el calentamiento global**

Las prácticas de manejo de desechos contribuyen de manera significativa al cambio climático, aunque su potencial generalmente se subestima. La disposición de residuos contribuye al cambio climático directamente por la emisión de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) por parte de los incineradores, y metano (CH<sub>4</sub>) por parte de los rellenos o vertederos.

La disposición de residuos también influye sobre el cambio climático de forma indirecta, al privar a la economía de materiales reutilizados, reciclados y compostados, y al disparar en consecuencia un incremento de la extracción de materias primas y del uso de procesos que requieren un alto consumo energético (GAIA, 2010).

Actualmente pasamos por una problemática muy fuerte a nivel mundial donde los glaciares se derriten poco a poco, aumentando así el nivel del mar, las selvas y bosques se van secando mientras la flora y la fauna luchan por mantenerse. Día a día se evidencia

más claramente como el hombre ha sido el causante del despertar del calentamiento, mediante la emisión de gases que retienen el calor, para potenciar nuestra vida moderna. El resultado calentamiento global genera una serie de cambios en el clima como los patrones meteorológicos (Weart, 2006).

Este aumento de temperatura promedio de la atmósfera es atribuible a la quema de combustibles, tales como; el carbono, el gas natural y el petróleo. Estos gases aumentan la absorción de la radiación.

### ¿Qué ha sucedido y puede continuar sucediendo?

- La ola de calor ha terminado con aproximadamente 20.000 personas europeas.
- La nieve de los polos ha disminuido un 60%.
- La nieve estacionaria compuesta por cenizas y ácido de azufre ha ocasionado la muerte de más de 10.000 personas.
- Presencia de constantes incendios forestales.
- Sequías severas causando la muerte de personas y animales por falta de agua.
- Aumento en la contaminación atmosférica.
- Calentamiento de los océanos.
- Sube el nivel del mar.
- Altos niveles de dióxido de carbono.
- Animales en peligro de extinción.
- Desarrollo de enfermedades.

### Efecto invernadero

El efecto invernadero es el calentamiento que se origina cuando algunos gases de la atmósfera de la Tierra retienen el calor. Estos

gases permiten pasar la luz pero mantienen el calor como las paredes de cristal de un invernadero. Cuantos más gases de invernadero, más calor es retenido.

Los niveles de gases de efecto invernadero (GEI) han aumentado y descendido durante la historia de la Tierra pero han sido constantes durante los últimos miles de años. Las temperaturas medias globales se han mantenido también durante este periodo de tiempo hasta hace poco. A través de la combustión de combustibles fósiles y otras emisiones de GEI, los humanos están aumentando el efecto invernadero y calentando la Tierra. (Weart, 2006).

### ¿Cómo ayudar a evitar el calentamiento global?

Al atenuar las emisiones de gases de efecto invernadero reducimos el calentamiento global de la Tierra y con ello el cambio climático.

#### Energía eléctrica

- Usar focos ahorradores de energía que además duran 10 veces más que los normales y se ahorra hasta un 75% de energía eléctrica.
- Hay que aprovechar la luz natural al máximo.
- Apagar la luz cuando no se necesite o no se utilice.
- En las tiendas ya existen equipos que ahorran energía, como es el caso de las lavadoras de ropa y los refrigeradores.
- Evitar fugas de gas en la estufa, en los calentadores de agua.
- Cerrar la llave del gas cuando no se esté en casa.

- Cerrar las llaves de la regadera cuando se estén enjabonando, así se ahorra gas al usar menos agua caliente (Reducir el tiempo de uso de la regadera).
- Usar regaderas ahorradoras de agua.

### Residuos

- Separar los residuos orgánicos e inorgánicos, así se ayuda a que se recicle la mayor parte posible y la materia orgánica se aproveche en compostaje para fertilizante de bosques, entre otros.
- Reciclar, reducir y reutilizar.

### Gasolina

- Usar lo menos posible el coche.

### Otras medidas

#### No encender fogatas

Al capturar bióxido de carbono también reducimos el calentamiento global de la Tierra y con ello el Cambio Climático. Por este motivo son tan importantes los bosques del planeta: contribuyen a absorber parte del exceso de bióxido de carbono que estamos produciendo. Contribuye a cuidar las áreas verdes.

### Generación y manejo de residuos relacionado con la medición de la huella de carbono

La huella de carbono es definida como la cantidad de emisión de gases relevantes al cambio climático asociada a las actividades de producción del hombre, aunque solo se contempla las emisiones directas de CO<sub>2</sub>, sin considerar la producción o emisión de otros gases más complejos, por lo tanto el CO<sub>2</sub> se considera el principal eje de análisis.

El cambio climático, provocado por la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y en especial del CO<sub>2</sub>, es el flagelo de nuestro tiempo y existen evidencias considerables de que la mayor parte del calentamiento global ha sido causado por las actividades humanas. Hoy día, casi todas las actividades que realizamos (movilidad, alimentación, etc.) y bienes que poseemos y utilizamos (bienes de consumo, hogar, etc.) implican consumir energía, lo que significa contribuir a las emisiones a la atmósfera (Schneider y Samaniego, 2009).

Es de gran preocupación a nivel nacional e internacional este tema por las consecuencias desfavorables reflejadas en el cambio climático, por lo tanto la huella de carbono pasa a ser uno de los indicadores mundialmente reconocidos para apreciar la dinámica de los gases de efecto invernadero (Coto-Millán, Mantecón, Quesada, y González-Arenales, 2008). Algunos tipos de modelos contables de emisiones se asignan tan solo aquellos que generan carbono en el proceso de producción y en el transporte. Por lo cual muchos países se encuentran trabajando en una definición más clara de la huella de carbono tanto en de los productos como en el proyecto de diseño de metodologías para la medición. La huella de carbono, simboliza una medida para la contribución de las organizaciones a ser entidades socialmente responsables y conscientes para que los ciudadanos realicen prácticas más sostenibles (Viglizzo, 2010).

### Enfoques para cuantificar la huella de carbono

La huella de carbono puede ser abordada dependiendo del enfoque o alcance específico.

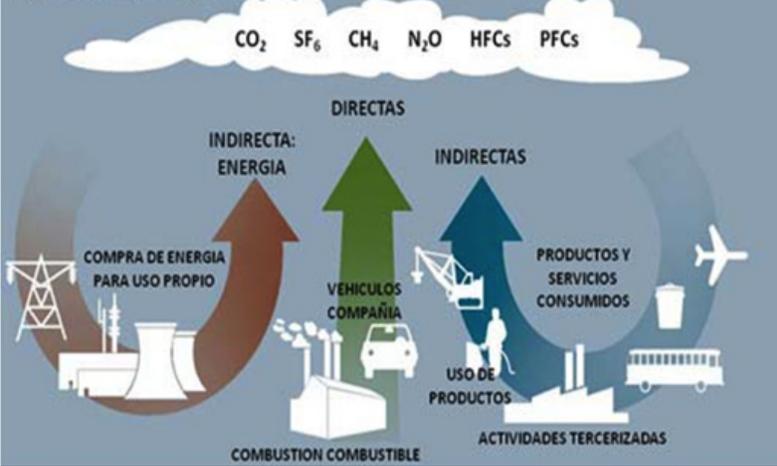


Figura 2. Tipos de emisiones por alcance  
Fuente: <http://www.mma.gob.cl/1304/w3-article-54747.html>

### Enfoque corporativo

Evalúa la huella de carbono de una organización durante un periodo de tiempo establecido, normalmente un año calendario. Para su apropiada gestión, la huella de carbono corporativa agrupa las emisiones de gases de efecto invernadero en 3 alcances:

**Emisiones directas (Alcance 1):** son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero que provienen de fuentes que son propiedad o son controladas por la empresa, como por ejemplo, consumo de combustibles fósiles en fuentes fijas y/o móviles, fugas no intencionadas de los equipos de climatización, etc.

**Emisiones indirectas por consumo y distribución de energía (Alcance 2):** corresponden a las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo de electricidad y/o vapor generados por terceros.

**Otras emisiones indirectas (Alcance 3):** son aquellas emisiones de gases de efecto invernadero que no son de propiedad ni están controladas por la empresa, como por ejemplo, transporte de los funcionarios, viajes aéreos o terrestres por motivos de trabajo, transporte de insumos, generación y transporte de residuos, entre otros (Valderama, Espíndola, y Quezada, 2011).

La huella de carbono corporativa se utiliza principalmente para la elaboración de reportes corporativos, los que sirven de base para la comunicación del desempeño de la empresa frente al cambio climático con todos los grupos de interés (proveedores, clientes, inversionistas, gobierno y otros).

### Enfoque de ciclo de vida de un producto o servicio

Evalúa la huella de carbono de productos (bienes y/o servicios), a lo largo de toda la cadena de valor incluyendo, en algunos casos, el uso o consumo de éstos y el término de su vida útil. Ha tenido un gran impacto y desarrollo en Europa y Japón, donde el etiquetado de productos es una tendencia creciente y rápidamente se

### Enfoque personal

Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero directas e indirectas de una persona en un período de tiempo determinado. Puede usarse como un indicador de la incidencia de las acciones personales al fenómeno del cambio climático. Para su determinación es necesario conocer los hábitos de consumo de una persona y en base al resultado modificar las principales fuentes de emisión sin alterar el desarrollo de su diario vivir.

### Enfoque en eventos

Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero debido al uso de electricidad, transporte de asistentes, preparación de alimentos, insumos de papelería, entre otras fuentes de emisiones generadas durante la planificación y realización de un evento.

### Enfoque territorial

Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero de un área específica cuyos lí-

mites establecidos corresponden a los geográficos o político-administrativos. Se debe determinar un territorio acotado como una comuna, una región, una isla u otro y cuantificar sus emisiones.

### **Enfoques específicos por Industria**

Evalúa las emisiones de gases de efecto invernadero de un sector productivo específico, determinando su impacto y contribución al fenómeno del cambio climático. Al igual que en los anteriores enfoques, las emisiones de gases de efecto invernadero son cuantificadas en todas las etapas de producción y el resultado y análisis de este puede incentivar la optimización de los procesos productivos y el uso de materias primas.

### **Gestión de la huella de carbono**

**Análisis del estadio inicial:** es de suma importancia que las organizaciones conozcan los objetivos internos antes de comenzar con el proceso de cuantificación, ya que este análisis permite determinar el enfoque de la huella de carbono y su gestión.

**Cuantificación de la huella de carbono:** elaboración de un inventario de gases de efecto invernadero mediante la selección del método de cálculo, identificación de las fuentes de emisiones, recolección de datos, elección de factores de emisión, y aplicación de una herramienta de cálculo para obtener las emisiones de gases de efecto invernade-

ro (en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente) y conocer las principales fuentes de emisión.

**Análisis de riesgos y oportunidades:** una vez conociendo el valor numérico de la huella de carbono, y sus principales fuentes de emisión, es posible realizar un análisis de los riesgos y oportunidades que esta representa con la finalidad de avanzar en la eficiencia de los procesos y el mejoramiento del uso de recursos.

**Plan de mitigación:** consiste en un grupo de medidas y estrategias que tienen por finalidad evitar o disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, ya sea mediante reducciones directas (por ejemplo proyectos de eficiencia energética, cambios de hábitos, reducción en consumo de combustibles e insumos, mejoras en la logística, gestión de los residuos, entre otras) y/o compensación mediante la compra de bonos de carbono <sup>12</sup>. La primera y más efectiva opción de reducción de la huella de carbono es alcanzar el aumento de la eficiencia en la producción.

**Comunicar:** es importante dar a conocer las nuevas metas de la empresa, así como el logro de los diferentes objetivos propuestos y las acciones tomadas demostrando. Esta es una forma de demostrar el compromiso de la organización con el medio ambiente y la sustentabilidad (Schneider y Samaniego, 2009).

3

## Unidad 3

Sistema de manejo  
de residuos sólidos



Gestión integral de residuos  
sólidos

Autor: Susan Castro

# Introducción

En la cartilla 3 se desarrollan temáticas relevantes del sistema de manejo de residuos sólidos describiendo como se hace la **cuantificación y medición de residuos sólidos** describiendo algunos de los métodos utilizados para este procedimiento, también se revisa el **proyecto de resolución CRA 643 de 2013 que se refiere a la propuesta del Nuevo Marco Tarifario de Aseo** además se hace una revisión de las formulas utilizada para el realizar el cálculo de costos y se aprecian y describen **algunas estrategias de aprovechamiento y transformación de residuos** realizando una comparación entre las ventajas y desventajas de cada uno de ellos.

Esta unidad desarrolla aspectos teórico-prácticos en la cual se recogen algunos de los conceptos fundamentales que llevan a los estudiantes a la interpretación, análisis reflexivo y su profundización a partir de las diferentes actividades académicas propuestas.

**Momento de aprendizaje colaborativo.** Por grupos de estudiantes dialogan sobre la cartilla, con el fin de socializarlos en los grupos. Utilizando, foros en contextos virtuales.

**Momento de aprendizaje autónomo.** El aprendizaje autónomo en el cual las actividades se desarrollan de forma individual tiene como fundamento la autoformación. Los estudiantes deben leer muy bien, en forma responsable y cumplida los documentos sugeridos.

**Momento de aprendizaje tutorial.** Este espacio individual o grupal se dedicará a la aclaración de dudas o inquietudes del estudiante por parte del tutor(a) sobre los documentos sugeridos para las reflexiones académicas sobre las temáticas en los encuentros sincrónicos.

- Revisar los métodos de cuantificación y medición de los residuos sólidos y algunas estrategias de aprovechamiento y transformación de los mismos.

Los objetivos de aprendizaje para esta tercera unidad son:

- Revisar la metodología para cuantificación y medición de la producción de residuos sólidos.
- Revisar y entender el nuevo Marco Tarifario de Aseo de acuerdo a la Resolución CRA 643 de 2013.
- Conocer las ventajas y desventajas de algunas alternativas de aprovechamiento y transformación de residuos.

### Sistema de manejo de residuos sólidos

El sistema de manejo de residuos sólidos se puede describir en cuatro subsistemas:

- La generación: se considera a cualquier persona u organización que ocasione la transformación de un material a residuo.
- El transporte: se define como la empresa que transporta los residuos. También se puede considerar al generador como transportador si el vehículo que lo transporta derrama su carga.
- Tratamiento y disposición: se considera que hay un tratamiento cuando se incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos.
- Control y supervisión: este subsistema se relaciona fundamentalmente con el control de los tres anteriores.

### Cuantificación y medición de residuos sólidos

La cuantificación de los residuos sólidos se puede hacer desde la fuente como en las casas, industrias, hospitales, centros comerciales, según su composición se puede encontrar vegetales, papel, cartón, plásticos, vidrios, pilas, metales (Ver tabla 1).

Orgánico	Inorgánicos
Residuos de comida	Vidrio
Papel	Latas de hojalata
Cartón	Aluminio
Plásticos	Otros metales
Otros:	Cenizas, etc.
Textiles	
Goma	
Cuero	
Residuos de jardín	
Madera	
Orgánicos misceláneos	

Tabla 1. Componentes típicos encontrados en los residuos sólidos urbanos

Fuente: <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/04-5022.pdf>

Las características de los residuos y sus volúmenes de producción son variables entre los factores que intervienen en la producción de estos encontramos:

Nivel social de la población: según el tipo de nivel social de la población así será la producción de sus residuos sólidos. Mayor nivel de desarrollo origina mayor producción de residuos.

Época de producción de residuos: la producción de residuos varía de acuerdo a la época del año.

Actividad de la población: la cantidad y tipo de residuos varía de acuerdo a las actividades que desarrolle la población (agrícola, ganadera, forestal, minero, industrial, distribución, servicios, consumo).

Para la planificación y diseños de los sistemas de la Gestión integral de los residuos sólidos en su operatividad y el rendimiento de aspectos técnicos se debe caracterizar los residuos sólidos teniendo en cuenta su cantidad y composición, este proceso se hace a un determinado número de viviendas y usuarios, los cuales deben ser estadísticamente representativos de la población de estudio. Se puede pensar que el sistema de Gestión sea un programa para reducir los residuos, teniendo en cuenta el sistema de recolección y tratamiento.

Por lo tanto se puede realizar la caracterización de los residuos sólidos como se explica a continuación:

- a. Zonificación del área de estudio: se delimitan áreas que tengan características similares; en las zonas urbanas se pueden tomar como punto diferenciador la unidad de procedencia como puede ser: comercial, industrial, residencial, el barrido de calles y de áreas públicas.
- b. Identificar la población actual de la zona de estudio: se pueden tomar como referentes las bases de datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE o también en los planes de desarrollo.
- c. Número de muestra: se puede utilizar el muestreo estratificado proporcional. Donde se asegura que cada vivienda de un estrato tiene la misma probabilidad de ser seleccionada

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1) E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Dónde:

n: tamaño de la muestra.

Es necesario incrementar un 10% por pérdida de muestras.

N: Tamaño de la población (número total de viviendas)

O2: Varianza de la población (0.04 gr/hab/día).

Z2: Coeficiente de confianza (1.96 con un grado de confianza del 95%)

E: Error permisible en la estimación de la producción per cápita.

- d. Selección de las zonas representativas: se deben seleccionar los lugares exactos donde se van a tomar las muestras, identificando la zona y la vivienda a trabajar.
- e. Sensibilización y capacitación de la población seleccionada: se puede hacer mediante el desarrollo de encuestas en las viviendas seleccionadas para obtener información sobre el almacenaje, recolección y la calidad de servicio de la empresa prestador del servicio. Además se debe capacitar a los generadores sobre la clasificación (orgánica, reciclable, inorgánica) y el almacenamiento de los residuos (bolsas o recipientes de colores).
- f. Toma de muestras: después del proceso de recolección, continua el pesaje de los residuos donde se excluye el peso del recipiente que los contenga y se registra en una base de datos diariamente por un periodo de los ocho días.

- g. Determinar la producción per cápita (PPC): Cantidad diaria en Kilogramos (Kg) de residuos generada por habitante: (Kg/día). Se calcula dividiendo la producción total de los residuos en Kilos o Toneladas que produce una población por día y se divide por el número de habitantes.
- h. Determinar la densidad: la densidad o peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (generalmente en kg/m<sup>3</sup>). Estos datos son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados.

Se debe tener en cuenta que el peso específico determinado es no compactado y para hallar la densidad de los residuos sólidos se debe realizar lo siguiente:

Se acondiciona un recipiente cilíndrico de 50 litros de capacidad.

Se selecciona una muestra de material de cada color de bolsa de cada estrato, registrándose en el formato correspondiente.

Se introduce el material en el recipiente de plástico, cuyo volumen y peso se conocen previamente.

Una vez lleno, se levanta el recipiente 10 cm. sobre la superficie y se deja caer tres veces, para llenar los espacios vacíos en el mismo, y se mide la altura libre superior, registrándose en la base de datos.

Por último se pesa el recipiente con el material contenido y se registra, por diferencia se obtendrá el peso de la basura. Con estos datos se calcula el volumen de los residuos.

El cálculo de la densidad se hace mediante la fórmula:

$$\text{Densidad} = \text{Peso (Kg)} / \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

- i. Determinación de la composición física de los residuos sólidos: con las muestras ya seleccionadas continua la separación y clasificación de los componentes de acuerdo a la clasificación de los residuos.
- j. La humedad: el método para determinar el contenido de humedad se denomina peso-húmedo y se expresa como un porcentaje del peso del material húmedo de la siguiente forma:

$$M = ((w-d)/w) * 100$$

Dónde: M: contenido de humedad en %; w: Peso inicial de la muestra; d: Peso de la muestra después de secarse en horno de 105°C por 24 horas.

- k. Determinar el poder calorífico: para calcularlo teóricamente se deben adoptar los valores de cada componente en seco (ver tablas 2 y 3).

Componentes	Poder calorífico
Papel y cartón	4000 Kcal/kg
Trapos	4000 Kcal/kg
Madera y follaje	4000 Kcal/kg
Restos de alimentos	4000 Kcal/kg
Plástico, caucho y cuero	9000 Kcal/kg
Metales	0 Kcal/kg
Vidrios	0 Kcal/kg
Suelo y otros	0 Kcal/kg

Tabla 2. Poder Calorífico por tipo de residuo.  
Fuente: Método Sencillo de análisis de residuos sólidos Cepisiops

Componente	Composición	Composición	Poder calorífico superior (Kcal/Kg)
	humeda %	seca %	
Papel	a	a+b+c+d-w	$\frac{a+b+c+d-w \times 4000}{100}$
Trapos	b		
Madera y follaje	c		
Restos de alimentos	d		
Plástico, caucho y cuero	e	e	$\frac{e \times 9000}{100}$
Metales	f	f	$\frac{F+g+h+w \times 0}{100}$
Vidrios	g	g	
Suelo y otros	h	h	
Agua	-	w	
Total	100%	100%	$40(a+b+c+d-w) + 90e$ Kcal/Kcal

Tabla 3. Determinación del poder calorífico superior de los residuos  
Fuente: Método Sencillo de análisis de residuos sólidos Cepisiops

Se calcula el poder calorífico superior de la basura (Ps)

$$Ps \text{ (Kcal / kg)} = 40 (a + b + c + d - w) + 90e$$

Y finalmente se calcula el poder calorífico inferior (Pi)

$$Pi \text{ (kcal / kg)} = Ps - W/100 \times 600 = Ps - 6W$$

### Métodos para la medición de la producción de residuos sólidos:

Según Tchobanoglous, Theisen y Vigil 1994, los métodos más adecuados para medir la producción de residuos sólidos son: a) La tasa de generación de los residuos sólidos: se refiere a la cantidad de residuos producida por unidad de vivienda, industria, comercio o institución en un tiempo o espacio determinado y b) Producción per cápita: cantidad diaria en Kilogramos (Kg) de residuos generada por habitante: (Kg/día). Se calcula dividiendo la producción total de los residuos en Kilos o Toneladas que produce una población por día y se divide por el número de habitantes.

En el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 sección II Título F, que es la normatividad que se usa en nuestro país se utiliza:

El cálculo de producción per cápita, donde se deben considerar al menos las siguientes variables:

1. Cantidad de residuos generados por día.
2. Número de habitantes en el sector de estudio.

Si se va a determinar la producción de desechos sólidos generados en la fuente la toma se puede realizar en las viviendas del sector. Si el objetivo es para optimizar el sistema de transporte y recolección existente la toma puede realizarse de los desechos sólidos contenidos en el vehículo recolector.

En este caso la unidad de expresión es kg/(hab.día), aunque pueden utilizarse unidades equivalentes.

Existen varios métodos para determinar las cantidades de residuos sólidos entre los cuales se encuentran:

- a. Análisis de pesada total:** también se le denomina análisis del número de cargas, se realiza pesando la totalidad de los residuos que llegan a la instalación de tratamiento, en un periodo de tiempo específico. Las tasas de generación por unidad se determinan utilizando datos de campo y en algunos casos datos publicados.
- b. Análisis de peso-volumen:** en este método se utiliza el peso y el volumen de las cargas que llegan a las instalaciones de tratamiento para medir la cantidad de residuos sólidos, se puede conseguir las densidades suelta y compactada. Con base al volumen de carga de los camio-

nes se puede determinar el peso y con base a la densidad se puede tener una idea del tipo de material contenido en los camiones de carga, este aspecto es muy utilizado en la recepción de residuos en plantas de tratamiento de residuos de construcción y demolición. Se debe tener en cuenta que para utilizar este método, los volúmenes medidos deben estar relacionados con el grado de compactación de los residuos bajo sus condiciones de almacenamiento.

- c. El análisis de balance de masas:** es la mejor forma de determinar la generación y el movimiento de residuos con cierto grado de fiabilidad. Consiste en identificar las entradas y salidas de materiales de un sistema limitado. El método se torna muy complejo debido a que se necesita una gran cantidad de datos, muchos de ellos no disponibles.
- d. El análisis por muestreo estadístico:** este método implica la toma de un número representativo de muestras de residuos sólidos de la fuente, durante un tiempo, determinándose los pesos totales y de sus componentes. A partir de un análisis estadístico se determinan la tasa de generación y la composición. El número de muestras dependerá de la precisión que se quiera alcanzar.

Según el documento Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico ras – 2000 sección II título F se debe utilizar para cálculo del peso volumétrico un método recomendado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas o estándares internacionales. Sin importar cuál sea el método seleccionado, el peso volumétrico es el cociente entre el peso en kg de la muestra de residuos sólidos sobre el volumen del re-

cipiente utilizado en el muestreo expresado en m<sup>3</sup>. De esta forma el peso volumétrico queda expresado en kg/ m<sup>3</sup>, pero pueden utilizarse unidades análogas.

### **Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)**

La Comisión de Regulación, fija las fórmulas tarifarias de acuerdo con los costos aprobados por las mismas (Ley 142 de 1994). Para el caso de las tarifas del servicio público de acueducto, alcantarillado y aseo son definidas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA); el prestador del servicio define las tarifas y la superintendencia de servicios públicos domiciliarios verifica que se cumplan con estas metodologías tarifarias.

### **Nuevo Marco Tarifario de Aseo Resolución CRA 643 de 2013**

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) expidió las resoluciones 15 de 1997 y 19 de 1996 para empresas prestadoras mayores o menores de 8.000 usuarios, estableciendo dos tipos de metodología tarifaria; el nuevo Marco Tarifario es aplicable a todos los prestadores sin importar el número de usuarios.

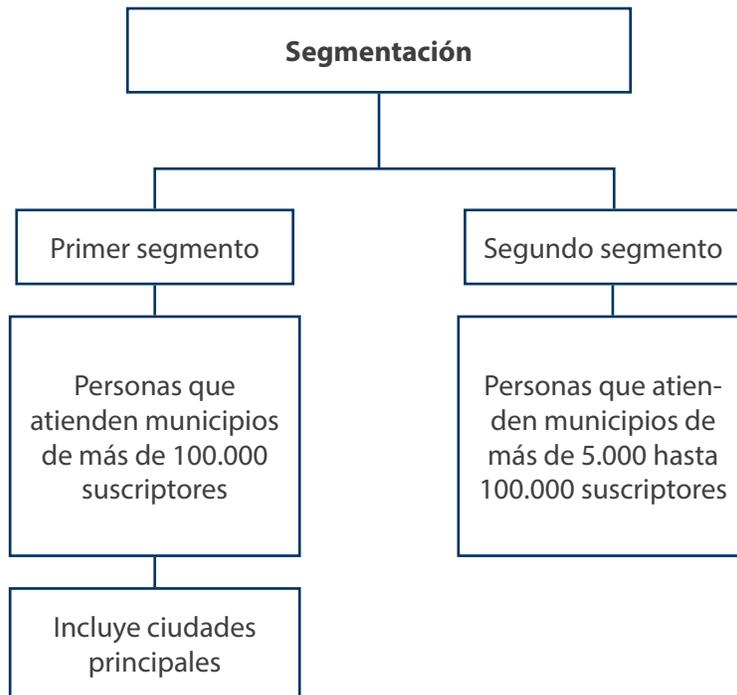
El nuevo esquema, tiene como propuesta generar incentivos a la inversión y busca relacionar la heterogeneidad del sector, la situación de las empresas, las restricciones

de información, los niveles exigibles de calidad, incorpora el aprovechamiento de los residuos sólidos, los costos eficientes, reconoce costos ambientales, genera incentivos a la regionalización del servicio, de manera que se puedan analizar las diferentes dimensiones que inciden en la prestación de este, con el fin de beneficiar a los usuarios con unos servicios de mayor calidad, por medio del establecimiento de metas de eficiencia que se enfoquen en aspectos tales como aumento de la cobertura, continuidad del servicio, calidad y reducción de las pérdidas de agua (Resolución 643 de 2013).

Los objetivos propuestos del desarrollo del marco tarifario (resolución 643 de 2013) son:

1. El mejoramiento continuo y permanente del servicio de aseo.
2. Establecer costos diferenciados por tamaño de mercado.
3. Garantizar suficiencia financiera con costos eficientes.
4. Protección de fuentes hídricas mediante el tratamiento de lixiviados.
5. Aprovechamiento.
6. Incentivos para esquemas regionales eficientes.

Para esto la CRA plantea un ámbito de aplicación por segmentación, planteando dos tipos de segmentación según el número de suscriptores a atender como se observa en la gráfica 1.



Gráfica 1. Tipos de Segmentación propuestos por la CRA, según el número de suscriptores  
Fuente: CRA

## Régimen de regulación tarifaria

Existen tres tipos de régimen:

1. **Libertad:** donde la empresa prestadora de servicio propone y aplica sus tarifas, no tiene ningún tipo de inspección, control o vigilancia por parte de una entidad del Estado. Esto aplica en sitios donde hay gran oferta de servicios.
2. **Libertad vigilada:** la empresa prestadora de servicio propone y aplica sus tarifas, está sometida a vigilancia y control por parte de una entidad del Estado.
3. **Libertad regulada:** la empresa prestadora de servicio se somete a las tarifas propuestas por la empresa del Estado y está bajo constante inspección, control y vigilancia

En Colombia se establece que el régimen de regulación tarifaria para la prestación del servicio en el área urbana, la disposición final y las estaciones de transferencia es de libertad regulada y en las zonas rurales son de libertad vigilada.

## Metodología tarifaria

**Precio techo (Price cap):** es un mecanismo de regulación donde se fija el precio máximo en el cual una empresa puede cobrar sus servicios, también se puede plantear un precio

mínimo para la prestación del servicio. La ventaja de este mecanismo de regulación es que puede ser un incentivo para la empresa porque puede aumentar sus beneficios económicos si ajusta sus costos por debajo del precio estipulado por el regulador.

Una modalidad de *price cap* es la regulación de precios máximos IPC-X: que se desarrolla al estar actualizando el precio medio de los servicios de una empresa teniendo en cuenta el Índice de Precios al Consumo (IPC) corregido por un factor X que mide la productividad esperada de la industria y tiene en cuenta el valor de la inversión, los cambios presentados en el nivel de inflación, los costos de consumo y las ganancias que se proyectan obtener.

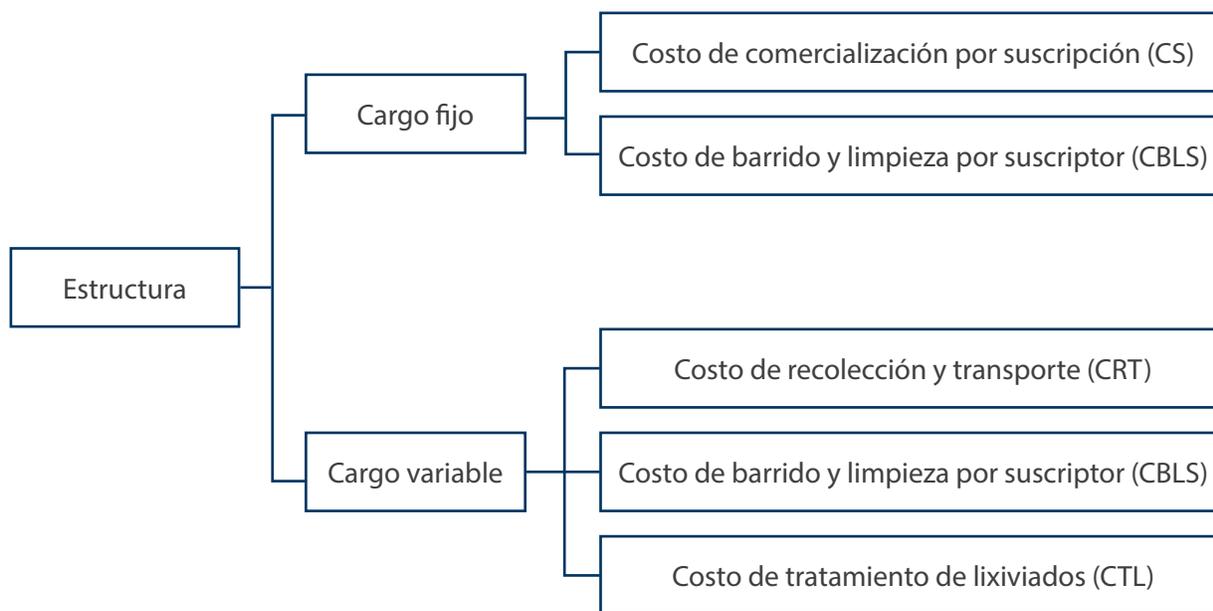
Según Luis Eduardo Amador Cabra en su artículo *El nuevo marco regulatorio tarifario del sector de agua y saneamiento básico, avances y extravíos* en Colombia esta metodología

se selecciona con base a tres elementos:

1. La gran cantidad de información y conocimiento que tiene el regulador sobre cada componente del servicio.
2. La facilidad de modelación para poder establecer los techos y en tercer lugar.
3. El conocimiento de los prestadores sobre la metodología tarifaria.

### Cálculo de costos

La estructura del esquema de costos se divide como se observa en la gráfica 2, un primer cargo fijo que siempre se le va a cobrar a los suscriptores así el inmueble este desocupado que incluyen los Costos de Comercializador por Suscriptor (CCS) y costo de barrido por suscriptor y un segundo un cargo variable el cual es un costo fijo para el suscriptor, está compuesto por el costo de recolección y transporte (CRT), Costo de disposición final (CDF) y costo de tratamiento de lixiviados (CTL).



Grafica 2. Tipos de Estructura para el cobro de cargos del servicio de la estructura tarifaria

**a. Costo de comercialización por suscriptor (CCS):** son los costos relacionados con las actividades administrativas de facturación.

$$CCS=Cf+Ca+Cp$$

Dónde: Cf Costo de catastro, facturación y recaudo por factura, Ca: Costo de atención al usuario por usuario-mes y Cp Costo de campañas publicitarias por mes.

El costo de comercialización por suscriptor se puede ajustar en los casos que no se pueda facturar con el servicio de acueducto artículo 13 Resolución CRA de 2013, donde se relaciona el número de suscriptores de la persona prestadora del servicio público de aseo con personas prestadoras del servicio público domiciliario de acueducto.

**b. Costo de barrido y limpieza por el suscriptor (CBLS):** determina el valor máximo a pagar por kilómetro barrido y es ponderado por el total de suscriptores. Corresponde al costo salarial de las personas de la empresa de servicio encargadas del barrido de las cunetas.

$$CBLS= (CBL*k /N) +CBL+ki$$

Dónde: CBL: costo de barrido y limpieza de vías y áreas públicas; k: sumatoria de todos los kilómetros barridos en un periodo de facturación según la frecuencia definida por el municipio; ki: número de kilómetros barridos adicionales a la frecuencia establecida por solicitud de los suscriptores; N: número de suscriptores en el área de prestación durante el periodo de facturación.

Las áreas de barrido son determinadas por los PGIRS de cada municipio

**c. Costo de recolección y transporte de residuos sólidos (CTR):** Remunera los

costos asociados a la recolección de residuos sólidos, el transporte hasta el relleno sanitario y la estación de transferencia según el caso, este costo se remunera a través de una función que depende del número de toneladas atendida en el mercado y la distancia al relleno sanitario de cada prestador.

$$CRT: \text{MIN}(f1f2)$$

Dónde: CRT: costo de recolección y transporte de residuos sólidos; f1 Función que remunera el costo de recolección y transporte de residuos sólidos hasta la entrada del sitio de disposición final sin necesidad de utilizar estación de transferencia; f2 Función que remunera el costo de recolección y transporte de residuos sólidos hasta la entrada del sitio de disposición final utilizando estación de transferencia.

$$1: 39.093+708,4+D+(10.790.000)/TnAP$$

$$2: 44.124+371,4+D+(66.860.000)/TnAP$$

D: Distancia del Centroides (Punto identificado con coordenadas que es el sitio donde se concentra la producción de residuos y/o el número de suscriptores de un área geográfica, desde el cual se estima la distancia del sitio de disposición final).

$T_{nAP}$ : Promedio de toneladas recolectadas y transportadas en el área de servicio ap (toneladas/mes).

Adicional al costo de transporte de recolección y transporte de residuos sólidos se debe incluir valor de los peajes para el componente de recolección y transporte ( $P_{RT}$ ).

$$PRT:\Sigma CPe/TnAP$$

Dónde:  $P_{RT}$ : valor de los peajes en el trayec-

to hacia el sitio de disposición final (pesos/toneladas); CPe: valor por mes de los peajes ubicados entre el trayecto en el centroide del área de prestación y la entrada del sitio de disposición final (pesos/mes);  $Tn_{AP}$  Toneladas por mes recolectadas y transportadas (Toneladas/mes).

**d. Costo de disposición final (CDF):** es el costo máximo que se le reconoce a la empresa que hace la disposición final de los residuos.

$$\text{CDF: Min } ((13.538+(126.840.959)/TA_j), 85.814)$$

Dónde: CDF: Costo máximo a reconocer por tonelada en el sitio de disposición final; *Min()* Función que exige escoger el menor de los dos valores separados por coma, j: 1, 2... (j) sitios de disposición final,  $TA_j$ : promedio de los cuatro últimos meses de toneladas ajustado por regionalización, del sitio de disposición final.

En los casos que se deba aplicar un incentivo económico establecido por el gobierno en relación al manejo de residuos sólidos, se adicionará a este costo.

**e. Costo de tratamiento de lixiviados (CTL):** en un mecanismo de remuneración para los costos asociados a la construcción, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados.

$$\text{CTL}=\text{CTLM}+\text{VL}/\text{TA}_j$$

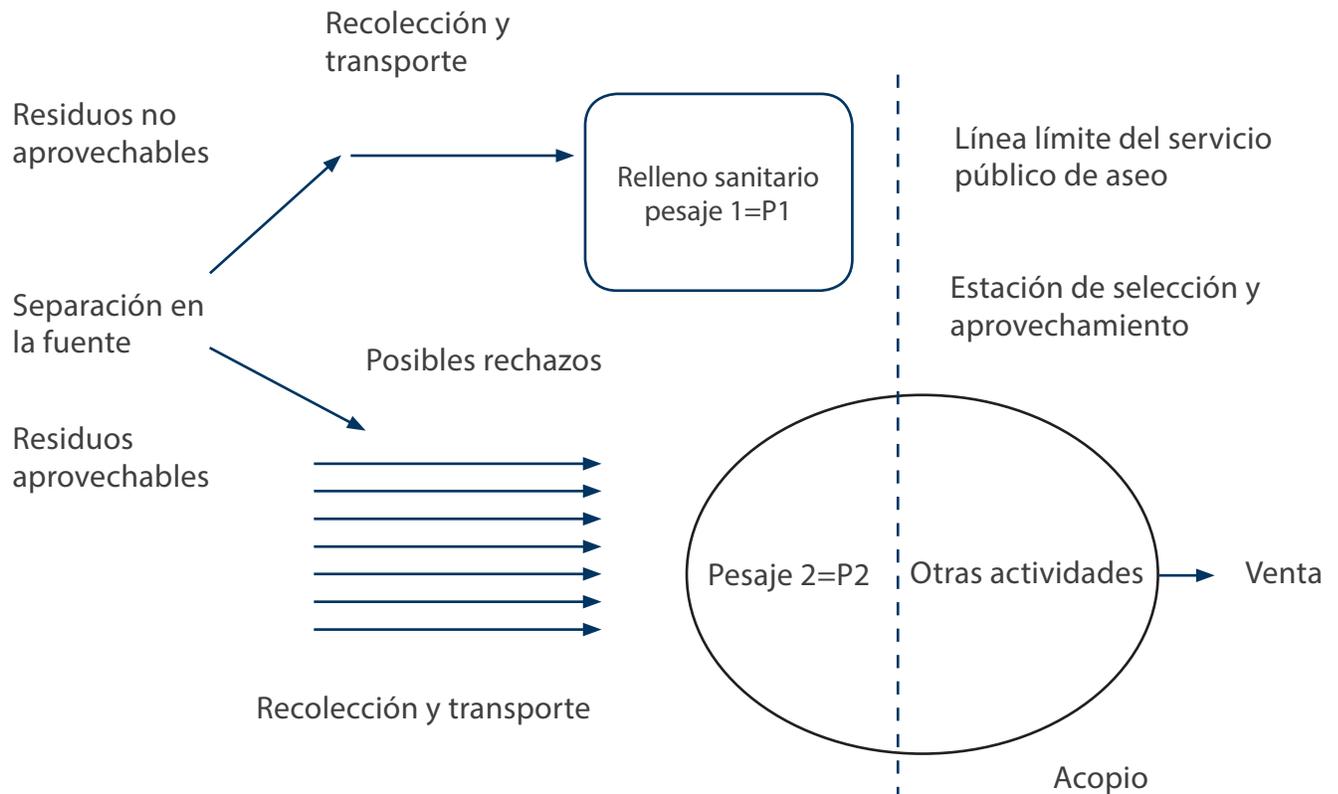
Dónde: CTL: corresponde al costo de tratamiento de lixiviados por tonelada; CTLM: costo de tratamiento de lixiviados tratados (m3/mes); VL: volumen promedio mensual de los últimos seis meses de metros cúbicos de lixiviados tratados;  $TA_j$ : promedio de los últimos 4 meses de toneladas recibidas ajustada por regionalización.

En todos los costos calculados el prestador del servicio deberá seleccionar siempre la **opción de mínimo costo** que es el resultado de la suma de los costos de recolección, transporte, disposición final y tratamiento de lixiviados.

### **Remuneración del componente de aprovechamiento**

Corresponde a los costos evitados de recolección y transporte de residuos sólidos y a los costos de disposición final, lo cual permite proporcionar un incentivo a la separación en la fuente del suscriptor.

Como se observa en la gráfica 3, se hace un tipo de aprovechamiento del servicio público de aseo donde tanto el residuo aprovechable como el no aprovechable pasan por el proceso de recolección y transporte, hasta este punto hay regulación de la CRA; en el aprovechamiento en el marco de la Gestión integral de residuos sólidos las actividades de acopio y venta no están reguladas por la comisión.



Aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo

Aprovechamiento en el marco de la Gestión integral de residuos sólidos

Grafica 3. Remuneración de la actividad de aprovechamiento.

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=aDYOBPSwsPs>

El costo de aprovechamiento se distribuye de la siguiente forma: recolección y transporte de aprovechamiento 71%\*CAP, pesaje y clasificación: 25%\*CAP, inventivo a la separación de la fuente: 4%\*CAP. El aprovechamiento lo deben hacer prestadores organizados como está dispuesto en el artículo 15 de la ley 142 de 1994 y normas complementarias.

### Tarifa final para el suscriptor

La tarifa final aplicada al suscriptor se calcula en la siguiente fórmula:

$$TSF_{i=} (CF+CV * TNA_i + CAP * TA_i * 96%) * (1 \pm VCS_i)$$

Dónde:  $TSF_{i=}$  tarifa final del suscriptor i; CF: cargo fijo, CV: cargo variable;  $TA_i$ : toneladas de residuos no aprovechables por suscriptor;  $VCS_i$ : valor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor y aplicado para el servicio público, se determina de acuerdo al estrato o a la normatividad establecida.

### Descuentos de facturación a los suscriptores

Se considera aplicar descuentos en los siguientes casos

- 1. Recolección efectuada sin servicios puerta a puerta:** se aplica cuando no hay la posibilidad de recoger los residuos tanto aprovechables como no aprovechables en la puerta del domicilio, el descuento es del 10% sobre el precio techo.
- 2. Inmuebles desocupados:** se les aplica la tarifa techo solo a la sumatoria de los costos fijos de comercialización, barrido y limpieza de vías públicas.
- 3. Descuentos asociados a la calidad del servicio:**
  - Cuando no se cumple la frecuencia y horarios de recolección de residuos mediante devoluciones tarifarias.
  - Por exceso en los reclamos de facturación.

## Alternativas de aprovechamiento, reciclaje y transformación de residuos

Según la política para la gestión de residuos,

se define el aprovechamiento como el conjunto de las fases de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo, donde se entiende que mediante el proceso del residuo se valoriza este al obtener un subproducto utilizable.

Al hacer aprovechamiento máximo de los residuos, se llega a una mínima minimización de las basuras, contribuyendo así a la conservación de los recursos naturales y aumentando el periodo de vida de los rellenos sanitarios o los sitios destinados.

Es por esto que en un plan de Gestión integral de residuos sólidos se debe planear el uso de tecnologías para poder aprovechar al máximo los diferentes tipos de residuos generados mediante la gestión diferenciada de los residuos aprovechables y desechos.

**d. Reciclaje y reuso:** el reciclaje se define como el proceso realizado para aprovechar los residuos sólidos y convertirlos nuevamente en materia prima para la fabricación de nuevos materiales, en el reuso no se necesita de ningún procedimiento porque el residuo se vuelve a utilizar.

Ventajas	Desventajas
<p>Busca la reducción en la generación de los residuos.</p> <p>Bien manejado y organizado generar recursos económicos para las empresas mediante la generación de empleo y organizaciones comunitarias.</p> <p>Asociado con programas de capacitación y educación busca generar una disciplina social frente al manejo adecuado de los residuos sólidos.</p> <p>Prolonga la vida útil de los rellenos sanitarios.</p>	<p>Se debe hacer una buena separación desde la fuente lo que exige del generador disciplina y del recolector modificaciones en las prácticas de recolección, lo que puede ocasionar costos adicionales.</p> <p>Si no hay buena separación en la fuente los materiales reciclables deben ser separados de los demás residuos por procesos manuales o mecánicos.</p> <p>Es una estrategia complicada para grandes municipios y áreas metropolitanas.</p> <p>Exige contar con infraestructura para la recolección y procesamiento además de tener acceso a un mercado confiable para la venta de los materiales recuperados.</p>

Tabla 4. Ventajas y desventajas del reciclaje  
Fuente: Propia

#### Metodología

##### 1. **Separación** y recuperación

Las organizaciones de recicladores realizan una selección de materiales que luego llevan a los centros de acopio.

##### 2. **Selección** y compactación

Un método de selección es la banda sinfín que transporta los materiales y a cada lado hay operarios que seleccionan cada material dividiendo papeles, plásticos, otros vidrios, entre otros.

##### 3. **La recolección y transporte**

En los casos que los centros de acopio no tienen la infraestructura adecuada para el procesamiento de los materiales en materias primas, se deben transportar a otras empresas.

##### 4. **El procesamiento**

Luego de la clasificación y mediante diferentes tipos de procesos los residuos son procesados y transformados en materias que pueden ser primas o secundarias para la elaboración de nuevos productos.

e. Aprovechamiento de los residuos orgánicos:

- 1. Nutrición animal:** esta práctica es común en las zonas rurales, los residuos se caracterizan por tener un alto porcentaje de humedad, lo que lleva a un consumo en corto tiempo para evitar problemas de fermentación y malos olores.
- 2. Compostaje:** es un proceso natural y oxidativo de la materia orgánica basado en una fermentación controlada en condiciones aeróbicas, en el que intervienen numerosos y variados microorganismos que requieren una humedad adecuada y sustratos orgánicos heterogéneos. Dando como resultado un abono orgánico que puede ser utilizado en la agricultura y no tiene efectos adversos al ambiente.
- 3. Lombricultura:** mediante la cría de la lombriz roja californiana (*Eisenia foétida*), se recicla toda la materia orgánica obteniendo como productos humus de muy alta calidad, harina de lombriz y carne con niveles altos de proteína. El lombricompostado o vermicompost es un fertilizante orgánico, que se caracteriza por ser biorregulador y corrector del suelo, lo cual lo bioestabiliza, por su composición enzimática y bacteriana, es muy bien asimilado por las plantas por su rico contenido en minerales comparado con el estiércol de bovino tiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fósforo, y dos veces y media más potasio.
- 4. Biocombustibles:** se define como un combustible de origen biológico que venga a partir de la biomasa organismos recientemente vivos o sus desechos metabólicos. Se caracterizan por ser biode-

gradables, aproximadamente el 85% se degrada en 28 días, los biocombustibles más usados y desarrollados son el a) Bioetanol: también llamado *etanol de biomasa*, se puede obtener a partir de caña de azúcar, remolacha maíz, sorgo y cereales como trigo o cebada; como el etanol es un compuesto libre de aromáticos como el benceno y azufre, al mezclarlo produce menos humo (partículas) y menores emisiones. B) el biodiesel: se puede elaborar a partir de productos biodegradables como aceites vegetales (Soja, raps, canola,) que pueden ser ya usados o sin usar, grasas animales entre otros. Al ser filtrados y procesados los aceites y las grasas se rompen las moléculas de grasa, y provocar la aparición del biodiesel además de productos como la glicerina, se fabrica a partir de aceites vegetales.

- 5. Bocachi:** el origen es japonés y significa degradación. Es similar al compostaje, el producto final es también un abono orgánico, se prepara mediante el uso frecuente de volteos y con manejos de temperaturas menores 45-50 °C, es por lo tanto un producto fermentado que contiene estiércol de animales, desechos de cosechas, verduras, frutas y otros elementos enriquecedores, se considera un abono orgánico incompleto fermentado pero es un proceso enteramente aeróbico.
- 6. Biofertilizantes:** son fertilizantes que hacen uso de uno o varios microorganismos que logran aumentar el contenido de nutrientes y la disponibilidad de los mismos en el suelo, se utilizan comúnmente las micorrizas, fijadoras de nitrógeno no simbióticas como el *Rhizobium*.

**7. Los biofermentos, o abonos foliares orgánicos:** son fertilizantes en su gran mayoría foliares, se preparan a partir de la fermentación de sustancias líquidas con pasto, se usa una fuente láctica como la leche y sales, además son de uso común los biofermentos a base de excretas de ganado vacuno los cuales se han ido sustituyendo con microorganismos de montaña y los biofermentos de frutas.

**8. Reducción, procesamiento y separación de materiales:** mediante un proceso mecánico se busca cambiar las propiedades físicas a los residuos para obtener un producto reducido de tamaño y uniforme para facilitar su manejo, este proceso se puede hacer por ejemplo con unidades de trituradores domésticos.

Ventajas	Desventajas
<p>Disminuye la descomposición de los residuos y a su vez los impactos que estos generan. En una buena alternativa como paso previo al proceso de recuperación, tratamiento y transformación.</p> <p>Disminuye las frecuencias de recolección.</p> <p>Aumenta la estabilidad mecánica de los rellenos.</p>	<p>Exige un aumento en los costos del tratamiento de aguas residuales en los casos que se haga la trituración en los hogares.</p> <p>Se deben tener controles higiénicos con las instalaciones para prevenir problemas de salud pública.</p> <p>Se necesita equipos adecuados para el caso de metales y plásticos.</p>

Tabla 5. Ventajas y desventajas de la reducción, procesamiento y separación de materiales  
Fuente: Propia

En el capítulo 7, de la guía de selección de tecnologías para el manejo integral de residuos sólidos (material adicional), se hace una descripción de los procesos relacionados con esta tecnología. Las cuales se resumen en las siguientes tablas:

Tecnología	Definición	Ventajas	Desventajas
Incineración	Este proceso de combustión se hace a una temperatura de más de 760°C lo que ocasiona una reducción de los residuos sólidos del 90% en volumen y hasta un 75% en peso a material inerte como escoria y cenizas, destruyendo la fracción así la fracción orgánica de los residuos.	Es empleado extensamente en el mundo y reduce el volumen de los residuos hasta el 90% del original. Los residuos que se queman solo para reducir su volumen (sin recuperación de energía), no necesitan combustible auxiliar, excepto para el arranque. Requieren relativamente poco espacio, en comparación con el requerido para un relleno sanitario. Es la mejor opción para el tratamiento de residuos altamente persistentes, tóxicos e inflamables, como es el caso de plaguicidas, solventes, aceites no recuperables y diversos productos farmacéuticos.	Necesitan de equipos de control de emisiones gaseosas, en función al tipo y toxicidad de los residuos, lo que encarece su instalación. Por eso su uso se vuelve bastante limitado. Los costos de adquisición y operación son altos. Esto limita el uso de incineradores reflejando además una tarifa de manejo y tratamiento de residuos más elevados. Restricciones en cuanto a su localización, según las normas ambientales (decreto 948 de 1995) ningún municipio o distrito podrá, dentro del perímetro urbano, Autorizar el establecimiento o instalación de una fuente fija de emisión de contaminantes al aire en zonas distintas de las habilitadas para usos industriales. Deben satisfacer los estándares de emisión fijados por la norma y ceñirse a los requerimientos de permisos expedidos por autoridades ambientales. La eliminación de residuos líquidos del drenaje de pisos, el agua de extinción y el efluente de lavadores, son un problema, al igual que la descarga de cenizas por metales pesados en rellenos sanitarios.
Pirolisis y desgasificación	Este procesamiento térmico se realiza en ausencia total de oxígeno, utilizando una fuente de combustible externa para conducir las reacciones en un ambiente libre de oxígeno.	Procesamiento de todo tipo de residuos: domésticos, industriales y tóxicos. No produce emisiones gaseosas contaminantes, ni cenizas o partículas volátiles. Los residuos sólidos del proceso no necesitan disposición final, ya que pueden ser reutilizados constituyéndose en una fuente de ingresos. El gas sintético producido también se puede utilizar en múltiples aplicaciones. De los métodos térmicos convencionales, es el que presenta más ventajas en términos de desarrollo tecnológico.	Tecnología reciente, que todavía no ha alcanzado su plena madurez comercial y por lo tanto, conlleva un factor de inseguridad. La cantidad de residuos finales es mayor que la de un incinerador. Incluye componentes especializados como prensa de alta capacidad y una planta de producción de oxígeno. Es necesario hacer separación de residuos problemáticos como metales, pilas y baterías entre otros. Las altas temperaturas de operación imponen altos requisitos técnicos y físicos a los materiales utilizados, aumentando el desgaste y los costos de mantenimiento.

4

## Unidad 4

Planes de gestión  
integral de residuos  
(PGIRS)



Gestión integral de residuos  
sólidos

Autor: Susan Castro

# Introducción

La cartilla 4 considera dos momentos académicos, en la primera parte se define el término Planes de gestión integral de residuos (PGIRS), revisando los avances que han tenido legislativamente y en un segundo momento se revisan tres estudios de casos como son: 1) El programa de Basura Cero inicialmente a nivel mundial y luego las metas propuestas para Bogotá, 2) El botadero a cielo abierto Moravia en Medellín, cómo se recuperó y manejó un terreno que logró ser un problema grave de salud pública y el 3) En forma de respuesta del anterior c) la Cooperativa Recuperar se ha posicionado en el mercado como una empresa de servicios varios alrededor del manejo de residuos.

Esta cuarta unidad desarrolla aspectos teórico-prácticos en la cual se recogen algunos de los conceptos fundamentales que lleven a los estudiantes a la interpretación, análisis reflexivo y su profundización a partir de las diferentes actividades académicas propuestas.

**Momento de aprendizaje colaborativo.** Por grupos de estudiantes dialogan sobre la cartilla, con el fin de socializarlos en los grupos. Utilizando, foros en contextos virtuales.

**Momento de aprendizaje autónomo.** El aprendizaje autónomo en el cual las actividades se desarrollan de forma individual tiene como fundamento la autoformación. Los estudiantes deben leer muy bien, en forma responsable y cumplida los documentos sugeridos.

**Momento de aprendizaje tutorial.** Este espacio individual o grupal se dedicará a la aclaración de dudas o inquietudes del estudiante por parte del tutor(a) sobre los documentos sugeridos para las reflexiones académicas sobre las temáticas en los encuentros sincrónicos.

### Objetivo general

- Comprender la finalidad del término Planes de gestión integral de residuos y ver su aplicación a partir de estudios de casos como Programa de Basura Cero, Cerro Moravia en Medellín y Cooperativa Recuperar.

### Planes de gestión integral de residuos (PGIRS)

El Plan de gestión integral de residuos (PGIRS) se debe basar en un diagnóstico inicial, haciendo una proyección a largo plazo, asociándolo a un esquema financiero que proporcione la viabilidad del mismo para garantizar un continuo mejoramiento de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de resultados, convirtiéndose en un elemento indispensable para la Gestión de residuos sólidos.

Por lo tanto como lo define la resolución 1045 de 2003, el PGIRS, es el conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades, definidos por el ente territorial para la prestación del servicio de aseo, acorde con los lineamientos definidos en los Planes y/o Esquemas de Ordenamiento Territorial y basado en la política

de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el cual se basa en un diagnóstico inicial, en su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo de la prestación del servicio de aseo, evaluado a través de la medición de resultados. Por lo tanto se convierte en un elemento indispensable para la Gestión de los residuos sólidos.

### Legislación de los PGIRS

El Gobierno nacional estableció la responsabilidad de los municipios colombianos de formular planes de Gestión integral de residuos sólidos, PGIRS, como una medida para garantizar la erradicación de basureiros a cielo abierto y estimular el desarrollo de programas y proyectos que mitiguen los impactos ambientales y a la salud pública ocasionada por el manejo inadecuado de los residuos sólidos (ver Decretos nacionales 1713 de 2005 y 1505 de 2007).

Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta en relación la prestación del servicio público de aseo, y en relación con la Gestión integral de residuos sólidos.
Resoluciones 1045 de 2003	Adoptar la Metodología para la elaboración y ejecución de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS.

Resoluciones 477 de 2004.	Por la cual se modifica la resolución 1045 de 2003, en cuanto a los plazos para iniciar la ejecución de los Planes de Gestión integral de residuos sólidos, PGIRS.
Decreto 838 de 2005	Establecen criterios a tener en cuenta para la identificación y selección de áreas para localización de rellenos sanitarios.
Decreto 1220 de 2005	Lineamientos para el procedimiento de licencia ambiental a los rellenos sanitarios.
Resolución 1390 de 2005	Directrices y pautas para el cierre, clausura, restauración y/o transformación de los sitios inadecuados de disposición final utilizados por los municipios y distritos.
Resolución 1459 de 2005	Se priorizan, por una sola vez, la inversión en el sector de aseo.
Resolución 1274 de 2006	Términos de referencia para estudio de impacto ambiental en rellenos sanitarios.
Resolución 1291 de 2006	Términos de referencia para diagnóstico ambiental de alternativas en rellenos sanitarios.
Decreto 2981 de 2013	Reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

Tabla 1. Decretos nacionales 1713 de 2005 y 1505 de 2007  
Fuente: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

### Aplicación Metodológica de PGIRS por número de habitantes

La resolución 1045 del 2003 además de adoptar la metodología para la formulación e implementación de los PGIRS, estableció los plazos para la formulación e implementación de acuerdo al número de habitantes:

- Municipios con población mayor de 100.000, hasta el 1 de septiembre del 2004.
- Municipios con población mayor de 50.000 a 100.000, hasta el 31 de enero del 2005.
- Municipios con población mayor de 50.000, hasta el 3 de octubre del 2005.

Así mismo con lo establecido en el artículo 119 del Decreto 2981 de 2013, se tiene que tener en cuenta que antes del 20 de junio de 2015 los municipios o distritos deben revisar, actualizar y adoptar el PGIRS, así como dar cumplimiento a los cronogramas de implementación que sean definidos en cada uno de los PGIRS.

#### Pasos para la elaboración y aplicación de un PGIRS

1. Descripción de la organización municipal para la elaboración de PGIRS.
2. Diagnóstico integral: elaboración de estudios técnicos, operativos, financieros, ambientales, institucionales, comerciales y empresariales, se debe incluir un análisis de brecha.

3. Un análisis de brecha: se realiza mediante un proceso de reflexión e interpretación de la información obtenida, relacionándola mediante la identificación de problemas, causas, consecuencias y responsables.
4. Se debe tener en cuenta que debe ir relacionado con el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio, proyecciones demográficas de generaciones de residuos, de zonas de expansión urbana y de uso del suelo.
5. Planteamiento de objetivos y metas generales según lo encontrado en el diagnóstico.
6. Conciliación con políticas nacionales y de la gestión ambiental.
7. Planteamiento de Objetivos y metas específicas planteadas en el programa.
8. Análisis de alternativas a partir de estudios de prefactibilidad y factibilidad.
9. Estructuraciones de planes y proyectos los cuales forman el programa, deben incluir las actividades a realizar, resultado esperado, cronograma, presupuesto y responsables.
10. Planteamiento de la financiación y de planes de contingencia.
11. Mecanismos de implementación del PGIRS por parte del municipio.
12. Mecanismos para el seguimiento, evaluación y control.

Las entidades territoriales son los responsables de la elaboración y el mantenimiento actualizado de los PGIRS, teniendo en cuenta que la formulación y la elaboración de deben estar involucrados los actores en el manejo y disposición de los residuos sólidos.

## Estudios de caso



Figura 1. Programa Basura Cero.

Fuente: <http://www.bogota.gov.co/ciudad/bogota-basura-cero>

### a) Programa basura cero

Este programa maneja como principio de extensión la Responsabilidad del Productor (ERP), en donde se considera que son ellos los encargados de evaluar los impactos ambientales asociándolos a los productos de consumo, es así como se plantea que se deben utilizar herramientas que modifiquen el diseño de productos para lograr disminuir la generación de residuos, a la vez minimizando a utilización de sustancias tóxicas en las distintas etapas de producción, todo esto debe ir asociado con una legislación que responsabilice a los productores de sus acciones.

En varias ciudades del mundo como San Francisco (EEUU), Canberra (Australia), Kamikatsu (Japón), Halifax (Canadá), Nueva Zelanda y en Latinoamérica Buenos Aires han venido aplicando un programa conocido como Basura Cero, que tiene como objetivo disminuir de forma escalonada la cantidad de residuos que se generen en una ciudad, lo clave de esta estrategia es definir metas concretas. Para lograr este objetivo es pasar de un esquema lineal a un esquema circular, donde lo más importante es disminuir la generación de residuos desde la fuente, hacer reutilización y recuperación de materiales reciclables y el aprovechamiento de los residuos orgánicos a través del compostaje y biodigestión.

Debemos tener en cuenta que se puede recuperar cerca de un 70% de los residuos, ya que al alrededor del 50% de los residuos orgánicos se pueden aprovechar mediante el uso de tecnologías como las mencionadas anteriormente y cerca de un 20% de los residuos ordinarios se pueden reciclar o recuperar.

Como se indicó anteriormente la separación de los residuos en la fuente es la clave del éxito en este programa, según diversas experiencias se han obtenido mejores resultados al hacer una recolección selectiva puerta a puerta, además se debe plantear un mecanismo de recolección diferenciada de las distintas fracciones. Estos esquemas deben ser propuestos según el municipio teniendo en cuenta las características económicas del mismo. Lo más común es considerar una clasificación de tres fracciones así:

1. Residuos orgánicos.
2. Residuos reciclables.
3. Materiales no aprovechables.

Adicionalmente se deben establecer programas específicos para residuos peligrosos domiciliarios.

Además se debe tener en cuenta modificar los métodos de producción para reducir la generación y peligrosidad de los residuos, y al momento de la fabricación de productos con sustancias menos tóxicas, permitiendo que se puedan reciclar o utilizar sin que pongan en riesgo la salud humana o animal.

Los programas de Basura Cero buscan preservar los recursos naturales, aumentar el ahorro de energía, reducción del uso de tóxicos, fortalecimiento de las economías locales, generación de trabajo y fomento de la participación ciudadana.

En Bogotá, el programa Basura Cero fue creado a través del acuerdo 489 de 2012 adoptándolo en el Plan de Desarrollo económico, social, ambiental y de obras públicas 2012-2016 por la administración de Bogotá Humana y el Consejo de la ciudad con el fin de lograr una transformación de comportamientos culturales que favorecieran el reciclaje, la reutilización y la reducción del consumo en la ciudad.

**Este programa en Bogotá está compuesto de 6 proyectos:**

1. **Estrategia de producción sostenible:** reducir la disminución de residuos a través del cambio de insumos y productos finales por unos que sean recuperables o biodegradables, estableciendo una producción limpia con las empresas productoras.
2. **Reducción de residuos y separación en la fuente:** mediante campañas masivas sobre los beneficios del reciclaje, la separación en la fuente y la disposición diferenciada de residuos sólidos se propone formar y sensibilizar a los ciudadanos sobre el tema, estas campañas llegan a colegios, universidades, hogares, conjuntos residenciales, negocios, locales comerciales e industrias.
3. **El modelo de reciclaje para Bogotá:** el proyecto está a cargo de empresas integradas y administradas por organizaciones de recicladores de oficio, para generar procesos de inclusión de esta población, con esto se plantea regularizar y formalizar el reciclaje como parte del servicio de aseo.
4. **Aprovechamiento final y minimización de la disposición en el relleno sanitario:** busca mediante la incorporación de tecnologías de tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos

como el compostaje, biogás, generación energética, entre otros, dando más tiempo de vida útil al relleno sanitario.

5. **Escombros Cero:** mediante plantas de reciclaje se propone diseñar e implementar un modelo eficiente y sostenible para la gestión de escombros.
6. **La gestión integral de residuos especiales y peligrosos:** a través de un

modelo eficiente y autofinanciable para el manejo de los residuos sólidos especiales y peligrosos, compromiso tanto de los generadores como usuarios, contando con apoyo de entidades públicas y privadas. Un ejemplo de este trabajo lo viene adelantando Lúmina con la correcta disposición de los residuos de bombillas ahorradoras.



Imagen 1. Morro de Moravia.

Fuente: <http://www.construible.es/noticias/la-catedra-unesco-de-sostenibilidad-de-la-upc-transforma>

#### **b) Moravia:**

Un segundo caso, que está asociado a la problemática de los botaderos a cielo abierto a estudiar es el de Moravia en Medellín (ver imagen 1) que se considera como un asentamiento humano de 42 kilómetros de extensión, compuesto de cinco sectores El Bosque, Moravia, El Oasis Tropical y La Herradura; se encuentra localizado en el costado oriental del río Medellín, ubicado estra-

tégicamente a dos kilómetros del centro de la ciudad. La comunidad que ha ido conformando el sector está compuesta por desplazados del conflicto armado de varios sitios del país, que buscaban principalmente un espacio para vivir y poder proteger sus vidas.

A mediados de los 70s, los terrenos del sector de Moravia fueron adquiridos por la alcaldía municipal, y se proyectaba para ser un área de expansión del complejo recrea-

tivo del Parque Norte, pero por la misma época, como una estrategia para resolver el problema del depósito de basuras de la

ciudad se consideró utilizar este lote de manera provisional para resolver la emergencia (ver imagen 2 a y b).



Imagen 2. a) Moravia 1972, b) Moravia 1962.

Fuente: [http://www.aquasost.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es](http://www.aquasost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es)

Es así como llegaban a este sitio más de 100 toneladas diarias de todo tipo de residuos (doméstico, hospitalarios, industriales, entre otros), adicionalmente no existían programas de separación y clasificación, esto dio como resultado que para 1983 se encontraba en el lugar una montaña de basura que ocupaba un área de 10 hectáreas.

Asociado a esto, diferentes comunidades por los problemas de orden público del país al mismo tiempo empezaron a utilizar el botadero como lugar para obtener su alimentación y fuente de trabajo mediante el reciclaje de basuras, esto lleva a que se empiecen a poblar el área de botadero y las zonas aledañas (ver imagen 3).

Según el censo de la época se encontraban alrededor de 15000 personas que habita-

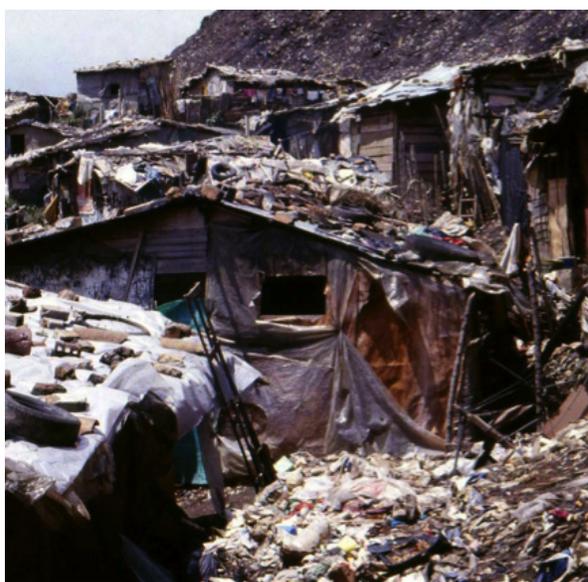


Imagen 3. Moravia 1982.

Fuente: [http://www.aquasost.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es](http://www.aquasost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es)

ban 3000 viviendas en diferentes estados de consolidación, que iban desde construcciones en ladrillo hasta ranchos en plástico, madera y cartón, los cuales no contaban con los servicios públicos básicos, y que sumado a esto tenían que soportar las épocas de inundación porque dos quebradas atraviesan esta zona.

Es así como en 1983, por la baja calidad de vida de sus habitantes, la amenaza constante que representaba el basurero a campo abierto y el problema de salud pública, se cierra el botadero y se inicia el primer programa de rehabilitación, que iniciaba con un proceso de negociación con la comunidad en donde entre otros puntos a la población censada se le daba el título de la propiedad del predio y se dotaba de todos los servicios públicos con costos accesibles, financiando su instalación, además de equipar la zona con hospitales y colegios. Parte de este plan logró su mayor desarrollo hasta 1986, entre lo que se hizo cabe destacar:

- Las dos quebradas se canalizaron, se liberaron las cuencas de 3 mts a cada lado (ver imagen 4).



Imagen 4. Canalización en Moravia

Fuente: <https://n-1.cc/photos/view/93183/barrio-moravia-medellin>

- Se realizaron tres procesos de eliminación de ratas y ratones y saneamiento del basurero, y se creó el primer relleno sanitario de la ciudad.
- Se creó la cooperativa de recicladores Recuperar, que acogió a las familias recicladoras generando empleo legal y estable.
- Se trasladaron familias de la montaña de basuras a un barrio receptor en la periferia de la ciudad (barrio Vallejuelos).

En el periodo de 1986 hasta el 2004, la comunidad de Moravia es abandonada por las diferentes administraciones municipales, pero se empiezan a incrementar no solo los problemas de violencia social por la formación de diversos grupos al margen de la ley como milicias, paramilitarismo, delincuencia común sino que también hay un crecimiento de 15000 a 42000 habitantes en la zona, esto se debe a que está ubicado en una zona estratégica de la ciudad y a la construcción de la plaza minorista (ver imagen 5).



Imagen 5. Moravia 2004

Fuente: [http://www.aquasost.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es](http://www.aquasost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es)

Adicional a esto se suma que en el 2002 con la liquidación de La Corporación de Vivienda y Desarrollo Social (CORVIDE), aumenta nuevamente la invasión de las áreas no ocupadas de la montaña de basuras, los pobladores son principalmente familias desplazadas de otros barrios de la ciudad y de zonas rurales afectadas por la violencia.

En el 2004 la administración municipal organizó un segundo programa de mejoramiento integral de Moravia que incluía nuevamente un programa de reubicación del nuevo asentamiento de invasión que se había nuevamente formado y la zona se volvió a utilizar para el depósito de los escombros que quedaron de la construcción del metro de la ciudad.

Entre los estudios que se han realizado en la zona se encuentran:

El desarrollado en el año 1999 por orden del Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) el cual encargó un estudio del sitio, donde se determinó que el Morro de Moravia presentaba un alto riesgo geotécnico y de contaminación. Esto mostraba que la población había estado sometida a un elevado riesgo químico, porque la zona no contaba con las mínimas condiciones ambientales y de salubridad para ser habitada o incluso frecuentada por seres humanos.

En el año 2005, la Universidad de Antioquia realizó el monitoreo de gases y lixiviados en el morro de basuras, lo que dejó en evidencia el gravísimo riesgo para la salud de sus pobladores. A partir de estos resultados, el Ministerio del Interior y de Justicia, por resolución N° 31 del 28 de junio de 2006, declaró la **situación de calamidad pública en el municipio de Medellín**.

Es por esto que se puso en marcha un macro proyecto de Moravia para la recuperación socio-económica-ambiental del morro, ejecutado por el AMVA y la alcaldía de Medellín donde participaron entre otras entidades investigadores de la Cátedra Unesco de Sostenibilidad de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) en el Campus de Terrassa, además de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona (ETSAB) de la misma Universidad, Agencia Catalana de Cooperación para el Desarrollo (ACCD), Centro de Cooperación para el Desarrollo (CCD) de la Universidad Politècnica de Catalunya (UPC), Gerencia del Macroproyecto y Secretaría de Desarrollo Social de la Alcaldía de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburra (AMVA), Universidad de Antioquia (UdeA), Tecnológico de Antioquia (TdeA), Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Universidad Nacional de Colombia (UNAL).

Entre las propuestas se tenían en cuenta la reubicación o el traslado de la población que habitaba el sitio y la formulación en el corto y mediano plazo de planes de manejo ambiental y sanitario que mitigaran la problemática.

El proyecto titulado **Moravia florece para la vida** proponía la construcción de un Parque Público donde se integrará el Parque Explora, el Jardín Botánico, el Parque Norte, y la Universidad de Antioquia. Además de incorporar un Ecomuseo, con el objetivo de crear un espacio de recreación, mejoramiento del paisaje fortaleciendo la convivencia pacífica de la comunidad.

Además se proponía el desarrollo de recuperación en tres fases:

- a. Reubicación de más de 10.000 habitantes construidas en otras zonas de la ciu-

dad que contaran con servicios básicos, además los miembros de la comunidad, se deben encargan de cuidar que las zonas desalojadas para que no se vuelvan a invadir por otras.

- b. Recuperación de El Morro y el tratamiento de los contaminantes que están presentes en la zona, como son el tratamiento de realizado por los miembros de la red Alfa sobre Tecnologías Sostenibles para la Potabilización y Tratamiento de Aguas Residuales (Tecspar).

Además se planteaba convertirlo en un parque por medio de dos técnicas como son primero los buffer strips los cuales son franjas de vegetación que imitan las franjas que bordean los cauces de los ríos, con esta estructura natural se busca controlar el aire, el suelo, y la calidad del agua; ya que actúa como filtro de nutrientes y pesticidas, lo que ayuda reteniendo el flujo de estos elementos reduciendo la llegada de estos al mismo cauce.

Y como segunda técnica por la construcción de humedales cimentados con bajo presupuesto, que se caracterizan por ser canales poco profundos donde hay una circulación de agua de forma subterránea y a través de medio granular entra en contacto con las raíces de plantas típicas de los humedales naturales, mediante la combinación de los procesos físicos, químicos y biológicos se logra depurar el agua.

Es así como al combinar estas dos técnicas se permite captar el agua filtrada evitando y frenando la contaminación de los acuíferos, del subsuelo y la generación de más lixiviados.

- c. Construcción del Ecomuseo con el fin de divulgar una cultura de la sostenibilidad,

a partir de la experiencia de los desplazados que llegaron a la zona. Además se propone construir un Centro Científico Tecnológico, que se especializaría en mostrar tecnologías para el desarrollo sostenible.

Además de las actividades de restauración ambiental (ver imagen 6) también se incluye la intervención paisajística, la transformación urbanística del sitio, el trabajo de concientización ciudadana y se vinculan de manera participativa la administración pública, las universidades, los diferentes grupos de investigación y lo más significativo: los habitantes de la zona, siendo por lo tanto un ejemplo de la transformación urbanística de áreas degradadas con la participación de la ciudadana.



Imagen 6. Construcción del primer jardín comunitario.  
Fuente: [http://www.aquasost.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es](http://www.aquasost.com/index.php?option=com_content&view=article&id=85&Itemid=111&lang=es)

d. Cooperativa Recuperar:



Imagen 7. Recuperar

Fuente: <http://www.recuperar.com.co/>

Con el cierre del botadero a cielo abierto de Moravia, Planeación Municipal tenía estructurado el proyecto del relleno Sanitario de la Curva de Rodas donde se contemplaba por manejo el no ingreso de recicladores, esto conllevaba a que las familias que habían vivido del botadero perderían su forma de vida.

Es así como se empieza a conformar un grupo precooperativo compuesto de 20 basureros, denominado Recuperar, con el apoyo de la Alcaldía de Medellín, el programa de Microempresas de Antioquia brindando beneficios sociales inicialmente a 250 basureros provenientes de Moravia, dándoles un empleo digno, inicialmente se capacitaron en oficios como zapatería, panadería, carpintería o albañilería, con el pasar del tiempo se concluyó que eran personas que habían acumulado gran experiencia en la selección de desechos reciclables y su comercialización, esto puso a replantear el objetivo de la cooperativa.

A partir de 1989 pasa a ser la Cooperativa Integral de Producción y Trabajo Asociado,

contando con más de 300 asociados. En ese momento, para ser socio de la cooperativa el interesado tenía que demostrar que ejercía como reciclador mediante testigos, fotos y declaraciones juramentadas. A medida que la empresa prestaba otros servicios, se fueron cambiando los criterios de selección y mínimo debía ser habitante de Moravia.

Al inicio la empresa se caracterizaba solamente por la recuperación, recolección y reciclaje de los desechos pero su portafolio de servicios se diversificó mediante la administración de los baños públicos en el Terminal de Transporte, carga de equipajes, lustrar zapatos, limpieza del Metro, fumigación de empresas y cuidado de jardines.

Todo este crecimiento, se ha realizado por procesos de capacitación, y desarrollos de protocolos específicos de acuerdo a las actividades que se prestan hasta el día de hoy se ha caracterizado porque los trabajadores son los mismos dueños, esta es la estrategia utilizada como un forma de garantizar una autogestión y criterios de responsabilidad, una de las finalidades de la empresa ha sido brindar condiciones de vida más digna a un grupo de personas de bajo recursos económicos, además de estimular al personal de una manera integral como ciudadano, solidario y empresario, para esto cuenta con un Centro de Formación Humana y Empresarial, donde ofrece capacitación básica, personal y profesional, además programas de bienestar social como deportes y recreación.

Por ser una empresa autosuficiente y por el tiempo de experiencia que tiene en el mercado ha podido participar en licitaciones públicas y también presta sus servicios al sector privado, entre algunas de las empresas que atiende se cuentan las siguientes: El Terminal de Transportes, el Metro de Mede-

llín, el Instituto Mi Río, Comfama, Empresas de Servicios Públicos, entre otros, son algunos de sus clientes.

En la actualidad Recuperar cuenta con 7 unidades estratégicas de negocios, como son:

1. Aseo imagen: servicios especializados de aseo a empresas públicas y privadas.
2. Servicios especializados: sobre tratamiento profesional de pisos (sellado, cristalizado y diamantado), trabajo en alturas, limpieza general de estructuras y fachadas, servicio de jardinería.
3. Servicio de cafetería y aseo integral.
4. Aseo y desinfección: que se compone de tres actividades aseo sector alimentos, aseo sector hospitalario y control de plagas.
5. Aseo baños: administración de servicios sanitarios.
6. Servicios generales: cargue y descargue.
7. Manejo residuos sólidos.

Esta institución tiene presencia en 19 ciudades y 117 municipios de Antioquia generando alrededor de 2.400 empleos.

Recuperar ha aplicado los Sistemas de gestión integral para incrementar la eficacia, eficiencia y productividad, generando una reducción de costos y aumentando su competitividad. Además ha demostrado que se puede hacer una concertación eficaz entre el gobierno local, el sector privado con el objetivo de resolver un problema social con un alto impacto ambiental.

La empresa internamente posee un sistema de control interno actualizado para poder integrarse con el Sistema de gestión integral, comprometida primordialmente con la responsabilidad social empresarial. Es así como en la actualidad la empresa cuenta con la certificación del sistema de gestión de calidad para las actividades de gestión de productos y servicios de ahorro y crédito, en el 2004 se integró la certificación ISO 14001 al sistema de calidad, para garantizar el desarrollo de actividades con un manejo ambiental seguro). Desde el 2009 inicia el proceso para implementar el sistema de OHSAS 18001 (seguridad industrial y salud ocupacional), (Boletín, 2009).

# Bibliografía

- **Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., & Zepeda, F.** (1997). *Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe*. División de Medio Ambiente, Departamento de Programas Sociales y Desarrollo Sostenible, Banco Interamericano de Desarrollo.
- **André, F. J., & Cerdá, E.** (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. *Cuadernos Económicos del ICE*, 71, pp.71-91.
- **Bermúdez, J.** (2001). *La gestión de los residuos urbanos*. Situación actual y perspectivas futuras. España: Sogama.
- **Carreras Arroyo, N.** (1992). Introducción a los residuos sólidos urbanos. *Gestión de residuos sólidos urbanos*. Serie Ponencias Ciemat.
- **Cañon Parra, M. E.** (2009). *Residuos sólidos en Colombia*.
- **Consorti per la formacio continua de, C.** (2009). Técnico en control de calidad residuos. Recuperado de <http://www.slideshare.net/guest65a53/residuos>
- **Correa, J. C.** (2012). *Nuestro medio ambiente*. Recuperado de <http://www.actiweb.es/kamilojc/pagina7.html>
- **Coto-Millán, P., Mantecón, I. M., Quesada, J. L. D., & González-Arenales, M.** (2008). La huella ecológica de las autoridades portuarias y los servicios. *Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social*(4).
- **Cuadros García, S.** (1995). Compostaje de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos. *Gestión de residuos sólidos urbanos*. Serie Ponencias Ciemat.
- **DANE, D. e. d. I. e. e. C.** (2013). *Censo Nacional 2005*.
- **GAIA.** (2010). Basura Cero para Calentamiento Cero. Declaracion de GAIA sobre Basura y Cambio Climatico. from <http://www.no-burn.org/downloads/Basura%20Cero%20para%20Calentamiento%20Cero.pdf>
- **García Rodríguez, D. Y., & Garcia Chaparro, H. R.** (2010). *Programa de capacitación, socialización y sensibilización sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos en las veredas el volcán, borrero y el sector urbano en el municipio de vetas departamento de Santander*.
- **Gómez, C. I. S.** (2000). Problemática y gestión de residuos sólidos peligrosos en Colombia. *Innovar, revista deficiencias administrativas y sociales* (15), p. 41.
- **González, G. L.** (2010). *Residuos sólidos urbanos Argentina :Tratamiento y disposición final situación actual y alternativas futuras*.
- **Gutiérrez García, M. A.** (2013). *Diseño del plan de gestión integral de residuos sólidos para Bimbo de Colombia SA Planta Yumbo, Valle del Cauca-Colombia*.
- **IDEAM, U.** (2008). *Cinara. Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*.

# Bibliografía

- **Jaramillo Henao, G., & Zapata Marquez, L. M.** (2009). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*.
- **Lezcano, M.** (2001). *Recolección, clasificación y tratamiento de los residuos sólidos domiciliarios*. Una breve reseña histórica.
- **Manterola, B., Cerda, A., & Mira, J.** (2011). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes.
- **Normatividad.** (1973). Presidencia de la República de Colombia-Ley 23 de 1973.
- **Normatividad.** (1974). Presidencia de la República de Colombia - Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974.
- **Normatividad.** (1991). Asamblea Nacional Constituyente - Constitución Política de 1991.
- **Normatividad.** (1993). Congreso de la República de Colombia - La ley 99 del 22 de diciembre de 1993. .
- **Normatividad.** (1994). Ministerio de Desarrollo Económico - Congreso de la República - Ley 142 del 11 de julio de 1994.
- **Normatividad.** (1995a). Congreso de la República - Ley 945 de 1995
- **Normatividad.** (1995b). Ministerio del Medio Ambiente - Decreto 948 de 1995.
- **Normatividad.** (1995c). Resolución 898 de 1995.
- **Normatividad.** (1996). Congreso de la República - Ley 253 de 1996.
- **Normatividad.** (1997a). Congreso de la República - ley 388 de 1997
- **Normatividad.** (1997b). Política para la Gestión Integral de los Residuos - Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá.
- **Normatividad.** (1999). Ministerio del Medio Ambiente - Ley 511 y 491 de 1999.
- **Normatividad.** (2000a). Minambiente - Decreto 2695 de 2000.
- **Normatividad.** (2000b). Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Salud - Decreto 2676 de 2000.
- **Normatividad.** (2000c). Reglamento Interno del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – Ras-2000 - Resolución 1096 de 2000.
- **Normatividad.** (2001a). Comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico - Resolución 201 de 2001.
- **Normatividad.** (2001b). Congreso de la República - Ley 715 de 2001.
- **Normatividad.** (2001c). CRA - Resolución 151 de 2001.
- **Normatividad.** (2002a). Ministerio de Ambiente y Ministerio de Salud - Resolución 1164 de 2002.
- **Normatividad.** (2002b). Ministerio de Desarrollo Económico - decreto 1713 de 2002.

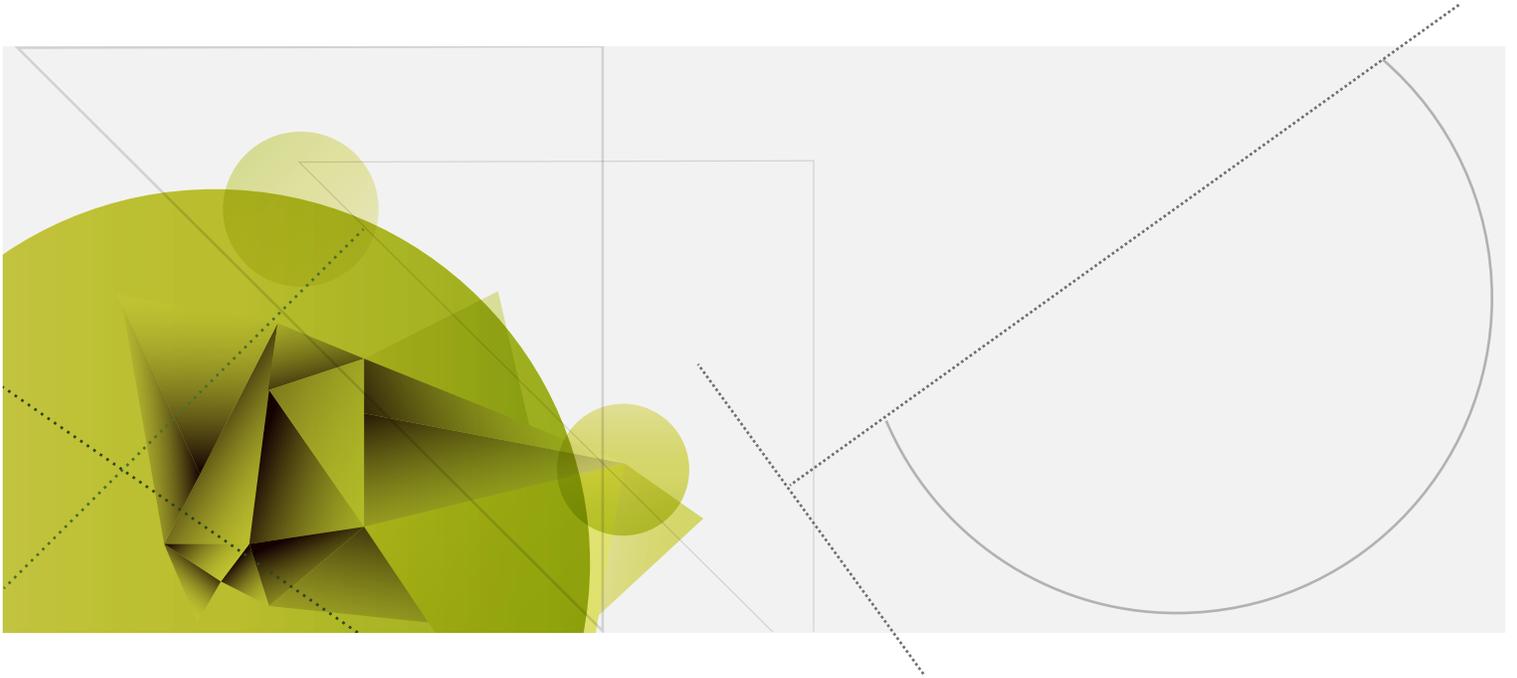
# Bibliografía

- **Normatividad.** (2002c). Ministerio del Medio Ambiente - resolución 0058 de 2002
- **Normatividad.** (2003a). Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - Decretos 1505 y 1140 de 2003
- **Normatividad.** (2003b). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Resoluciones 1045 de 2003.
- **Normatividad.** (2007a). Consejo de Bogotá - Acuerdo 287 del 2007
- **Normatividad.** (2007b). La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA - Resolución 429 de 2007
- **Normatividad.** (2007c). Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial - Resolución 1363 de 2007.
- **Normatividad.** (2008a). Congreso de la República - La Ley 1259 de 2008
- **Normatividad.** (2008b). Consejo nacional de Política Económica y Social- CONPES 3530.
- **Normatividad.** (2009a). Congreso de la República - ley 1333 de 2009
- **Normatividad.** (2009b). Resolución 371 de 2009.
- **Normatividad.** (2009c). Resolución 2078 de 2009
- **Normatividad.** (2010a). Ley 1377 de 2010.
- **Normatividad.** (2010b). Resoluciones 1457, 1297 1512 de 2010.
- **Normatividad.** (2010c). Resolución 182544 de 2010
- **Normatividad.** (2011a). Decreto 125 de 20 de enero de 2011
- **Normatividad.** (2011b). Resolución 935 de 2011.
- **Normatividad.** (2013). Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013
- **Otero del Peral, L. R.** (1988). *Residuos sólidos urbanos*. MOPU.
- **Ponte de Chacín, C.** (2008). Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. Instituto Pedagógico de Caracas. *Revista de Investigación*, 32(63), pp. 173-200.
- **Ralli, H. E.** (2013). *Residuos sólidos urbanos y las enfermedades infecciosas*. Recuperado de <http://www.noticiasnet.com.ar/?se=72&id=157359>
- **Ríos Hernández, A.** (2009). *Gestión Integral de los residuos solidos urbanos*.
- **Runfolá, J., & Gallardo, A.** (2009). *Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas*. Paper presented at the II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla, Colombia.

# Bibliografía

- **Schneider, H., & Samaniego, J.** (2009). *La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios*. Santiago de Chile: CEPAL.
- **Selección de Tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos.** (s.f.). Recuperado de <http://www.cortolima.gov.co/SIGAM/cartillas/residuossolidos/LIBRO%204%20PARTE%201ok.pdf>
- **Semarnap.** (1999). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos*. Recuperado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/133.pdf>
- **Tapia Páez, J. M.** (2008). *Metodología para el diseño de una estación de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas*. Universidad Internacional SEK.
- **Tchobanoglous, G.** (1998). *Gestión integral de residuos sólidos*. España. Ed: Mc Graw-Hill, Madrid.
- **Tipán Gualoto, R. C., & Yáñez Salazar, J. Y.** (2011). *Modelo de gestión de residuos sólidos en áreas rurales*. Quito.
- **UNAL, U. N. d. C.** (2007). *Plan de gestión integral de residuos peligrosos*.
- **Valderrama, J. O., Espíndola, C., & Quezada, R.** (2011). Huella de Carbono, un Concepto que no puede estar Ausente en Cursos de Ingeniería y Ciencias. *Formación universitaria*, 4(3), 3-12.
- **Valorization-Fruits, A. W.** (2008). Valorización de residuos agroindustriales frutas en Medellín y el sur del Valle del Aburrá, Colombia. *Rev. Fac. Nat. Agr. Medellín*, 61(1), pp. 4422-4431.
- **Viglizzo, E.** (2010). *Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Suramérica: IICA*.
- **Weart, S.** (2006). El calentamiento global. *Historia de un descubrimiento científico*. Pamplona: Laetoli.

Esta obra se terminó de editar en el mes de octubre  
Tipografía Myriad Pro 12 puntos  
Bogotá D.C.,-Colombia.



**AREANDINA**  
Fundación Universitaria del Área Andina

MIEMBRO DE LA RED  
**ILUMNO**