



Problemáticas Generadas por la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia

Jhenifer Yuritza Sierra Bernal



Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Ambiental
Pamplona – Colombia
2022





Problemáticas Generadas por la Disposición Final de Residuos Sólidos en Colombia

Monografía para Optar el Título de Ingeniero Ambiental

Jhenifer Yuritza Sierra Bernal

Director

Doralba Carrillo Bayona



Universidad de Pamplona
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Programa de Ingeniería Ambiental
Pamplona – Colombia
2022



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



Agradecimientos

A Dios doy gracias por guiarme a través de toda mi carrera, de igual manera agradezco a todos aquellos que me apoyaron en el transcurso de mis estudios, principalmente a mis padres por estar siempre apoyándome y a los docentes por el conocimiento transmitido con el fin de formar buenos profesionales.





Tabla de contenido

Prólogo	7
Capítulo I. Generalidades	8
Introducción	8
1. Justificación.....	9
2. Objetivos	10
2.1. Objetivo General	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
Capítulo II. Marco de Referencia	11
3. Marco Conceptual	11
3.1. RS.....	11
3.1.1. Residuos sólidos municipales (RSM)	11
3.2. Gestión de RS	11
3.3. PGIRS	12
3.4. Disposición Final	12
4. Marco Legal	13
5. Marco Teórico	14
5.1. Residuos Sólidos.....	14
5.1.1 Distribución de los RS.	14
5.1.2 Componentes de los RS	16
5.2 Gestión Integral de RS.....	20
5.2.1 Plan de Gestión Integral de RS – PGIRS.....	20
6 Metodología	29
6.1 Clase de Estudio	29



6.2	Técnicas de Recopilación de Información.....	29
Capítulo III. Resultados y Discusión.....		30
7	Residuos Sólidos en Colombia	30
7.1	Métodos de eliminación de Residuos Sólidos	32
7.1.1	Rellenos Sanitarios.....	33
7.1.2	Botadero a Cielo Abierto	38
7.1.3	Incineración	39
7.2	Problemáticas de la Disposición Final de RS. Un análisis desde las Causas y Consecuencias de la Inadecuada Disposición Final de RS	39
7.2.1	Implicaciones al Medio Ambiente	41
7.2.2	Implicaciones en la Salud.....	41
7.2.3	Implicaciones Socioeconómicas.....	42
7.3	Implementación del PGIRS	43
8	Discusión.....	44
Conclusiones		45
Referencias		46



Lista de Tablas

Tabla 1. <i>Marco normativo de la gestión integral de residuos sólidos</i>	13
Tabla 2. <i>Fuentes de Residuos Sólidos en la Comunidad</i>	17
Tabla 3. <i>Mecanismos para el tratamiento y valoración de RS</i>	26
Tabla 4. <i>Enfermedades causadas por la inadecuada disposición final de los RS</i>	41

Lista de Tablas

Imagen 1. <i>Mapa de disposición final adecuada e inadecuada de RS en Colombia</i>	31
--	----

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. <i>Poliedro de jerarquización de residuos</i>	22
Ilustración 2. <i>Pasos de la gestión de RS</i>	24
Ilustración 3. <i>Proceso de evaluación del estado actual del sitio de disposición final</i>	32
Ilustración 4. <i>Fases para elegir el lugar para emplazar el relleno</i>	34
Ilustración 5. <i>Construcción de relleno sanitario por método de trinchera o zanja</i>	35
Ilustración 6. <i>Construcción de relleno sanitario por método de área</i>	36
Ilustración 7. <i>Construcción de relleno sanitario por método de vaguada</i>	37
Ilustración 8. <i>Etapas para la implementación del PGIRS</i>	43



Prólogo

Actualmente, en Colombia persiste una dificultad de carácter ambiental, la cual corresponde al aumento desmedido y continuo de los (RS) en todo el territorio, la magnitud de la problemática es tal, que la disparidad entre la producción de los mismos, los sistemas de tratamiento y la disposición final no son coherentes a las necesidades de eliminación y gestión, trayendo consigo consecuencias que afectan el entorno, la salubridad y a los organismos.

Lo anterior, es explicado por el poco aprovechamiento otorgado a los RS, por el mal funcionamiento de los procesos de gestión y porque no se cumplen los objetivos planteados, pese a que la mayor parte de los municipios del país cuentan con un sistema de disposición final estructurado, sin embargo, actualmente, en pleno apogeo de los avances técnicos y tecnológicos, aún existen regiones que disponen sus RS informalmente (quemados no controlados, disposición en fuentes de agua y campo abierto, entre otros).

Adicionalmente, la actividad antropogénica constituye otra variable fundamental para la generación de RS masiva, puesto que todas las acciones antropogénicas, los productos y bienes que se consumen en cualquiera de las etapas de producción y posproducción originan una cantidad determinada de residuos sólidos, que unidos, saturan el medio ambiente y amenazan con obstaculizar el ciclo de vida de los recursos naturales. Por tal motivo, la responsabilidad del tratamiento y disposición final comienza desde el instante en el que son generados, indistintamente del lugar donde se produzcan.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, las problemáticas generadas por el manejo incorrecto de los RS van desde la producción de olores tóxicos y afectaciones en la salud de las personas, hasta la contaminación ambiental, escasez de recursos naturales, afectación de los ecosistemas, entre otros.

Así pues, tomando en consideración este escenario, la presente investigación plantea la necesidad de analizar las problemáticas acaecidas en el proceso de disposición final de los RS en Colombia, identificando las técnicas usadas en el territorio nacional, describiendo los causantes que generan la aparición de las mencionadas problemáticas y estudiando el progreso que en esta materia ha tenido el país en los últimos cinco años, conforme a las reglamentaciones que se han instaurado.



Capítulo I. Generalidades

Introducción

La preocupación por los grandes volúmenes de residuos sólidos que se están generando en los últimos tiempos a nivel mundial, producidos en gran medida por la alta tasa de crecimiento demográfico, el consumismo y el poco uso de materiales altamente biodegradables, aunado a la poca gestión a la que están expuestos, han contribuido a exacerbar las complicaciones en materia de disposición final de los mismos.

Situación a la que Colombia no es ajena, por lo que mediante la presente monografía se busca dilucidar las problemáticas fruto de la disposición final de residuos en el país. Para ello, es relevante conocer el concepto y la distribución de dichos desechos a nivel nacional, asimismo, describir las fases del sistema de gestión de RS, haciendo énfasis sobre el manejo final, para esclarecer los modelos de disposición final consolidados en el territorio nacional, y, finalmente, analizar las problemáticas que, en materia de disposición final de RS, se producen en el país, proponiendo, además, alternativas para su solución.

La presente investigación tiene su fundamento en la obtención de información que robustece el banco de datos ambiental, especialmente lo relacionado a residuos sólidos, de igual forma, impulsa la apropiación de conocimientos y sienta las bases para futuras investigaciones, lo que indudablemente coadyuva a consolidar el camino para dar solución a una situación que día a día se está agravando y que advierte una hecatombe venidera si no se aprende a controlar. Del mismo modo, la investigación contribuye a la construcción de soluciones sólidas, con objetivos claros y planes estructurados para prever y disminuir los efectos nocivos que el proceso de disposición final causa al medio ambiente, la biodiversidad, los ecosistemas y al ser humano.

En este sentido, la actual investigación se desarrolla aplicando las nociones de un estudio descriptivo que aplica la revisión documental, a través de la cual se compila, estructura, describe y analiza la información obtenida de fuentes académicas formales y órganos oficiales relacionados con el ámbito ambiental.

Palabras clave: disposición final, RS, sistema de gestión de RS, problemáticas.



SC-CER96940



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz"

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co



1. Justificación

La creciente preocupación por las problemáticas ambientales han puesto en consideración las causas que repercuten perjudicialmente en los procesos ambientales y las maneras en las cuales el control de las actividades antropogénicas unido a la buena gestión de los recursos, puede beneficiar al entorno y la salubridad, o, en su defecto, disminuir efectos adversos, lo anterior, justifica los Objetivos de Desarrollo Sostenible, siempre con miras en legar un planeta posible para las generaciones futuras (Sánchez, Cruz, & Maldonado, 2020).

Dentro de las Objetivos de Desarrollo Sostenible, se enmarca una coordinación completa de RS, cobrando importancia, gracias a la dependencia de este proceso para su transformación en materia prima, retornando a procesos ambientales y económicos, lo que, consecuentemente representa la adquisición de valor monetario, favorecimiento del entorno y por supuesto, mejoría de la vida de los habitantes (Cruz & Ojeda, 2019).

Esta investigación provee información trascendental a la hora de comprender la complejidad de las dinámicas en la gestión de los RS, del mismo modo, otorga datos sobre la caracterización y cuantificación de las diferentes clases de residuos que se generan en Colombia. Con el conocimiento de estas novedades se logra entender como es el comportamiento de obtención, de manipulación y tratamiento de los mismos, igualmente, que, del carácter y la magnitud de los efectos negativos en el lugar de influencia, para encontrar la manera de intervenirlos convenientemente (Cruz & Ojeda, 2019).

Asimismo, examinar las problemáticas del tratamiento de RS en Colombia, coadyuva a identificar los criterios para mejorar la gestión integral de estos, especialmente en la etapa final, confiriendo una utilidad más completa, porque se logran abarcar en el estudio hasta el más mínimo de los factores que intervienen en el proceso. Lo anterior, indiscutiblemente coopera con el progreso de las condiciones ambientales y sociales del país, con énfasis en disminuir los efectos negativos al entorno y perjudiciales para la salud de los habitantes.

Finalmente, la investigación entrega información esencial para tomar determinaciones relacionadas con el tratamiento integral de los RS, también para la creación de estrategias y políticas públicas que beneficien a toda la región, fundamentadas en los estatutos del país, , los Decretos 1713 de 2002, 2820 de 2010 y las Resoluciones 1045 de 2003, 838 de 2005 y 1529 de 2010 (Noguera & Olivero, 2010).





2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Realizar una revisión bibliográfica sobre las problemáticas generadas por el manejo de los RS en Colombia.

2.2. Objetivos Específicos

Mostrar los métodos de eliminación de residuos sólidos.

Presentar las dificultades de disposición final de residuos sólidos en Colombia.

Definir las causas y consecuencias del inadecuado manejo de residuos sólidos.

Implementar los PGIRS como una herramienta de gestión integral en la prestación de servicios públicos.



Capítulo II. Marco de Referencia

En el presente apartado se describe el sustento teórico sobre el cual se pretende desarrollar el proyecto de investigación, además, de la reglamentación de carácter ambiental que rige el tema de RS en Colombia.

3. Marco Conceptual

A continuación, se definen las principales variables de la investigación.

3.1. RS

Los RS, corresponden a los productos descartados para ser usados después de cumplir con su ciclo de vida, estos generalmente no generan un beneficio económico. Están compuestos básicamente por restos derivados de elementos empleados para elaborar y transformar artículos de consumo. Estos RS son en su mayoría apropiados para ser aprovechados o en su defecto, reciclados. Los RS son producidos mayormente en actividades antropogénicas, especialmente, por las personas que viven en grandes ciudades, esto generalmente se debe a la poca cultura que existe hoy día en cuanto el manejo adecuado de los mismos o en las diversas formas de aprovechamiento existentes (Rivas, 2018).

3.1.1. *Residuos sólidos municipales (RSM)*

Son los productos de desecho generados en los hogares o en los diversos sectores económicos de un lugar. La clasificación de los RSM depende de su naturaleza o de su origen, así, se separan en reciclables o no reciclables (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

3.2. Gestión de RS

Es básicamente un sistema que establece ciertas normas para la manipulación correcta de los RS, de tal forma que proteja al medio ambiente. Este sistema se divide en cinco elementos fundamentales: “clasificación jerárquica de los residuos, normas para el tratamiento, planificación a nivel nacional, responsabilidad de los generadores e instrumentos de prevención y reciclado (Marghetich, s.f.).

Ahora bien, a raíz de la Cumbre de la Tierra, se crearon programas para la gestión de los RS, los cuales son: “minimizar al máximo los desechos, incrementar el reciclaje, el aprovechamiento de los RS, incentivación de la eliminación y el tratamiento de RS e incremento



de la transcendencia de los servicios que se encargan de los sobrantes” (Sáez & Urdaneta , 2014).

3.3. PGIRS

Es un instrumento utilizado para la planificación que tiene dentro de su estructura los componentes fundamentales de un sistema de gestión, siendo el propósito esencial el tratamiento ideal de los RS desde su concepción hasta su confinamiento (Minvivienda, 2017).

Su origen, se deriva de la obligación de hacer un buen tratamiento de los RS para cada una de sus etapas y adaptándose a las actividades que los producen, de este modo, se identifican las problemáticas ambientales resultado de esta práctica y se buscan alternativas para prevenirlas o solucionarlas.

3.4. Disposición Final

Es la fase final la política de gestión integral de RS y corresponde al almacenamiento permanente de los mismos, su metodología varía dependiendo de la forma en la cual se efectúe, en virtud de esto, se pueden relacionar las siguientes formas de tratamiento de los RS: disposición al margen de fuentes hídricas, quemas, disposición a campo abierto y rellenos sanitarios, siendo esta última la más usada en Colombia (Minvivienda, 2020).



4. Marco Legal

A continuación, en la Tabla 1 se muestran las normas actuales referentes al manejo integral de RS.

Tabla 1. *Marco normativo de la gestión integral de residuos sólidos*

Norma	Descripción
Constitución Política de 1991	Establece dictámenes para asegurar un medio ambiente sano
Ley 99 de 1993	Genera la creación del Ministerio Medio Ambiente y el SINA
Ley 142 de 1994	Instaura leyes para la prestación de servicios públicos
Decreto Ley 2811 de 1974	“Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
Ley 9 de 1979	Regula la disposición de residuos a cielo abierto
Resolución 1096 de 2000	Reglamenta al sector de agua potable y saneamiento básico
Decreto 2676 de 2000	“Por el cual se reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares”
Resolución 1045 de 2003	Establece los pasos para la elaboración del PGIRS
Decreto 838 de 2005	Establece parámetros para la disposición final de RS
Decreto 1077 de 2015	Presenta lo relacionado con licencias urbanísticas
Resolución CRA 720 de 2015	Presenta el régimen tarifario para las personas prestadoras del servicio de aseo
Decreto 596 de 2016	Pretende incrementar el aprovechamiento de RS
CONPES 3874 de 2016	Dala conocer la política para la gestión de RS
Decreto 1784 de 2017	“Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento, y disposición final de residuos , sólidos en el servicio público de aseo”
Resolución 330 de 2017	Es el reglamento para prestar servicios de agua y alcantarillado
Resolución 472 de 2017	Presenta las reglas para la gestión de RS de construcción

Nota. Se muestran las normas generales en materia de RS, haciendo énfasis en la gestión integral de los mismos.

Elaborado por Autor, 2022.



5. Marco Teórico

A continuación, se describen las reflexiones teóricas que sustentan la presente investigación, las cuales buscan dar una visión científica a los criterios para la identificación y el análisis de las problemáticas del ambiente ocasionadas por el tratamiento de los RS en Colombia.

5.1. Residuos Sólidos

La normatividad colombiana define a los residuo sólidos “como aquella sustancia u objeto que no resulta útil para su poseedor y por la cual tenga la intención, o bien la obligación de desprenderse de ella” (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

De esta forma, RS es algún componente, sustancia o elemento producido por la fabricación o consumo de un bien o servicio, dichos materiales pueden ser aprovechados o transformados en un nuevo producto, estos materiales luego de su rechazo son valorados, el resultado de esa valoración indica si tienen valor económico o si deben pasar a la etapa de disposición final (Minvivienda, 2017).

Las características de la estructura de los RS se sostienen desde su origen hasta su disposición final, no obstante, se clasifican desde diversas perspectivas, conforme a las propiedades y la subjetividad de quienes intervienen en su clasificación. Por este motivo, en el siguiente apartado se describen los tres tipos de categorías de clasificación.

5.1.1 Distribución de los RS.

Los RS se clasifican con relación a características como “biodegradabilidad, combustibilidad, disposición para reciclarse, su composición, entre otros, (Rebolledo, 2009). A razón de lo anterior, se van a clasificar en tres grandes grupos: de acuerdo con la fuente productora, de acuerdo con su composición y de acuerdo con su origen.

De esta manera, Collazos y Duque (1993) los clasifican así:

De Acuerdo con la Fuente Productora.

Residenciales o Domésticos. Son los que se producen en las actividades diarias de los hogares o en establecimientos con características semejantes. Por lo general, estos residuos tienen un contenido alto de materia orgánica.

Comerciales. Son los producidos por la actividad comercial o mercantil, como almacenes, bodegas, mayoristas, entre otros, en esta categoría resaltan los materiales que contienen papel el cartón y plásticos.





Comerciales de Alimentos. Se vinculan como una categoría independiente debido a que dentro de su composición sobresalen los residuos con una carga de materia orgánica alta, como, por ejemplo, restaurantes, cafeterías, panaderías, hoteles, etc.

Plazas de Mercado. Puede ser vinculado con el género de RS "comerciales", no obstante, deben ser valorados como independiente puesto que son materiales con una composición orgánica y producidos en grandes volúmenes en un mismo lugar.

Industriales. Son los RS producidos en la elaboración de trabajos del sector industrial. La constitución de estos materiales varía según el sector industrial, en particular, papel, cartón, metales, plástico, espuma, vidrio, etc. además, dentro de esta clasificación pueden encontrarse RS de tipo peligrosos, como, por ejemplo, los que contienen metales pesados, estos deben ser tratados de una forma especial, al considerar que generan peligro para el entorno.

Institucionales. Son aquellas sustancias sólidas producidas en establecimientos que particularmente prestan algún servicio, dentro de estos lugares se encuentran: “instituciones educativas, del gobierno, fuerza armada, penitenciarios, iglesias, aeropuertos, terrestres, puertos o marítimos; se constituyen principalmente de material orgánico, papeles y cartones.

Especiales. Proviene de actividades públicas culturales o del espectáculo, como es el caso de ferias nacionales, ferias internacionales, eventos deportivos, conciertos, su contenido característico es papel, cartón, plástico, aluminio.

Barrido de Calles. Corresponden a los materiales producto del resultado del aseo que se hace en las calles de una ciudad, se constituyen de material inerte como arena, grava, e, igualmente de papel y plástico.

Lugares Públicos. Son los generados en zonas públicas, como parques, lugares de recreación, su contenido es rico en papel y cartón.

De Acuerdo con su Composición.

Patógenos. Son materiales con características muy especiales, puesto que pueden ser transmisores de enfermedades infecciosas, estos son producidos en hospitales, centros médicos, laboratorios clínicos, anfiteatros, laboratorios de instituciones educativas, entre otros. Un ejemplo claro de esta clasificación son los residuos anatomopatológicos.

Tóxicos. Son los residuos que concretamente tienen sustancias con características físicas y químicas representativas que causan daños leves o graves para el entorno y para los individuos.



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

Dentro de esta división se pueden clasificar las llantas de autos, los frascos de insecticidas, las pilas, los elementos electrónicos, y más.

Combustibles. Son los materiales de rápida ignición una vez se exponen a un ambiente aerobio y se genera una chispa, para las fibras, hojas, cartón y madera.

Inflamables. RS que tiene como característica la incineración espontánea, lo que significa, que, si se someten algún tipo de acción como absorción de humedad, cambios químicos o fricción, producen un incendio. Un ejemplo de esta categoría es el sodio en barras.

Explosivos. Son aquellos RS capaces de generar una reacción explosiva a 25°C. Dentro de esta clase se pueden citar residuos de pólvora o residuos de peróxidos orgánicos explosivos usados en la fabricación de fibras.

Radioactivos. Residuos con emisiones radiactivas nucleares, cuyo grado de radiactividad es mayor a las radiaciones naturales de fondo. A modo de ejemplo, se puede mencionar acero inoxidable conteniendo cobalto 60 y níquel 63.

Volatilizados. Son los componentes que, por acción de la presión de vapor, expuesto a temperatura ambiente, tienen la propiedad de evaporarse o volatilizarse.

De Acuerdo con su Valor Económico.

Aprovechables. Son aquellos materiales que por su valor pueden ser transformados en otro material con valor económico significativo o que pueden ser adjuntado a algún proceso productivo. Se pueden reutilizar, o reciclar. Algunos son, hojas, cartón, botellas, PVC, etc.

No aprovechables. Son todos los RS que, por sus características fisicoquímicas y su composición, no pueden ser sometidos a ningún proceso de transformación, reciclaje, reincorporación a la actividad productiva, etc. dado su bajo o nulo valor económico. Asimismo, requieren del proceso de disposición final, importando valor económico para cumplir con este proceso. Para ilustrar sobre el tipo de residuos “no aprovechables”, se menciona a los empaques de comidas, papel higiénico, plásticos de un solo uso, icopor, etc. (Minvivienda, 2017).

Debido a lo anterior, es importante saber de qué se componen los RS, a favor de medir si pueden ser aprovechados no.

5.1.2 Componentes de los RS

Conocer los componentes de los RS de un área, es el primer eslabón conferido para la gestión adecuada de los mismos, se trata de describir los elementos singulares que componen la afluencia de residuos sólidos, dichos datos se exponen en porcentajes por peso. La importancia de

este proceso es que la información obtenida se usa para la administración correcta de RS, de modo, que la asignación de capital (económico, tecnológico, humano, etc.), la generación y utilización de los programas y planes de gestión se hagan conforme a las necesidades del área de influencia. (Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994)

En este sentido, la composición física de los RS totales de una comunidad se observa en la Tabla 2, se expresa en términos del tipo de residuo sólidos producido de acuerdo con el origen o a la fuente generadora y las actividades o establecimientos donde se generan.

Tabla 2. Fuentes de Residuos Sólidos en la Comunidad

Fuente	Establecimientos o actividades donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Doméstica	Casas que se encuentran aisladas, con una familia y múltiples familias.	Desechos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, cuero, residuos de jardín, madera, vidrio, latas, o, otros metales, cenizas, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, , pilas, neumáticos), residuos domésticos peligrosos.
Comercial	Micro mercados, edificaciones, plazas, gasolineras.	Papel, cartón, plásticos, madera, residuos de comida, vidrio, metales etc.
Institucional	Centros de salud, lugares penitenciarios, centros del gobierno, centros educativos.	Papel, cartón, plásticos, madera, desechos de comida, vidrio, metales.
Construcción y demolición	Pavimentos rotos, demolición de edificios	Madera, acero, hormigón, , etc.
Servicios municipales (excluyendo plantas de tratamiento)	Barrido, limpieza. de playas y zonas recreacionales..	Residuos especiales, desechos de cuencas, basura desechos generales plantas de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento; incineradoras municipales	Aguas residuales, agua y procesos de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento y fangos.

Fuente	Establecimientos o actividades donde se generan	Tipos de residuos sólidos
Residuos sólidos urbanos	Los mencionados anteriormente	Todos los mencionados anteriormente
Industrial	Obras, escombros, etc.	Desechos de procesos industriales, chatarra, etc. Desechos no industriales incluyendo desechos de comida, basura, ceniza, escombros, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	cultivos, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, fincas, etc.	Desechos de comida, desechos agrícolas, basura, desechos nocivos.

Nota. El término “RSU” generalmente debe incluir los desechos producidos por una población, excluyendo los desechos de industrias y los generados por la agricultura. Tomado de “*Gestión Integral de Residuos Sólidos*” elaborado por Tchobanoglous, Theisen, & Vigil, 1994.

Unido a lo anterior, se encuentran los componentes químicos de los RS, considerándose un indicador de la disposición para el aprovechamiento y la transformación de los mismos. El propósito de los procedimientos para conocer los datos de composición química de los RS es valorar la proporción, estimada en cantidad, de ceniza, (H), (O), (C), (S) y (N), para conocer el volumen de material orgánico presente en los desechos analizados.

Para conocer las propiedades y la composición de los RS se utilizan tres métodos distintos de caracterización, cada uno de ellos facultado para obtener una información veraz y robusta, dichos métodos son:

Métodos de Caracterización de RS. Para Montoya, 2012, los métodos de caracterización son los siguientes:

Disparidad de Pesos. Es aplicado en rellenos sanitarios mecánicos y de alta capacidad que posean báscula para tomar el peso de cada carro vacío que ingresa a disponer. Al ingresar, el vehículo es pesado y la diferencia, determina el peso de los materiales que dispuso. Hay que tener en cuenta que, de esta, manera se puede calcular la cantidad de desechos que se recolecta de la población más no la cantidad total de desechos que generan los habitantes, ya que un porcentaje de los mismos es recuperado por las asociaciones de recuperadores de materiales y se puede estimar la cantidad de los mismos, pero no su composición.

Para el cálculo se aplican los siguientes pasos:

1. Obtener información de la ruta que realizó el vehículo, esto con el fin de conocer si se encontraba recolectando en zona residencial, comercial, industrial, etc.,
2. Hacer el cuarteo hasta tener una muestra manejable de los mismos; después se separan los materiales para así saber la composición física de ellos, separando el plástico, cartón, restos de alimentos, papel, acero, etc.
3. Una vez se hace la clasificación se procede a pesar cada uno de los materiales allí encontrados, siendo la suma de estos la totalidad de la muestra trabajada y se podrá estimar su porcentaje en pesos, como se muestra a continuación:

$$\%i = \frac{W_i}{W_T} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

peso total de RS aforados = W_T

es igual al peso de los residuos = W_i .

porcentaje en peso de todas las fracciones de RS en la muestra = $\%i$

Recolección Selectiva. Esta metodología consiste en seleccionar una muestra de los desechos ya sea antes de que el vehículo recolector haga el barrido o en el mismo momento en que lo esté haciendo siempre y cuando se diferencien las bolsas que se van a caracterizar, disponiéndolas en una bolsa aparte o costal. Conociendo el número de viviendas y aplicando la Ecuación 1 se pueden determinar las cantidades de RS producidos en cada vivienda, y, conociendo la cantidad de individuos que hay por vivienda se conoce la cantidad de RS generados por habitante, mejor conocido como producción per cápita (Ecuación 2), teniendo en cuenta la frecuencia con que se recolectaron los residuos sólidos.

$$P_{pc} = \frac{W_T}{N^{\circ} \text{ habitantes} \times \text{días de almacenamiento}} = \frac{Kg}{\text{Hab} \times \text{día}} \quad (2)$$

Donde:

P_{pc} = Producción per cápita

W_T = Peso total de residuos sólidos aforados

Caracterización en Viviendas. La caracterización en viviendas es la metodología más exacta en cuanto a resultados, pero la menos utilizada debido a su grado de dificultad, se lleva a cabo en cada vivienda aforando por lo menos una semana, con los datos que se obtienen como la cantidad de desechos generados por la vivienda y teniendo conocimiento de la cantidad de habitantes por vivienda se obtiene la producción per cápita.

5.2 Gestión Integral de RS

Es una doctrina encargada de controlar “la generación, almacenamiento, recogida, transferencia, transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos” para disminuir las consecuencias negativas al medio ambiente. (Tchovanoglous, et al, 1994, citado en Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

El desarrollo de la gestión de RS implica la ejecución de “funciones administrativas, financieras, legales, de planificación y de ingeniería” para proveer de soluciones para las dificultades que los RS provocan, para esto, el manejo debe realizarse con un enfoque individualizado de tal manera que se abarquen todo lo relacionado a la gestión y que se logren cumplir con las expectativas planteadas en el inicio.

Por tal motivo, las actividades que se implementen en el marco de la gestión de los RS deben estar fundamentadas y organizadas en un sistema de jerarquías, respondiendo al siguiente orden de acciones: “evitar, minimizar, tratar y disponer”, esto quiere decir que el protagonismo de la gestión de RS lo tiene la prevención, como estrategia para conseguir el éxito.

Conforme a lo anterior, en Colombia mediante el Decreto 1077 de 2015, se instituyó el PGIRS como instrumento estratégico fundamental para la buena gestión de RS en todos los municipios del territorio colombiano.

Por esa razón, en la siguiente sección, se definen cada una de las etapas que componen el PGIRS en Colombia.

5.2.1 Plan de Gestión Integral de RS – PGIRS

El PGIRS ayuda con la planeación regional para el tratamiento de RS de una zona delimitada, un ente territorial es el encargo de definir los recursos y demás elementos sustanciales para su desarrollo.

Este plan, tiene un límite de tiempo definido, por lo cual debe ser actualizado continuamente en conformidad con el tiempo que se estipule para su ejecución. Asimismo, la formulación del PGIRS parte de los resultados de un diagnóstico inicial de las condiciones



relacionadas con la generación, tratamiento y características de los RS del lugar de estudio e igualmente, el plan debe ser evaluado periódicamente, para examinar si los resultados obtenidos son consecuentes con los objetivos planteados inicialmente (Minvivienda, 2022).

Ahora bien, este plan se rige por unos principios de talla internacional, de los cuales depende su eficacia, dichos principios se describen en seguida:

Principio de Jerarquía en la Gestión de Residuos. Sostiene que los comportamientos de generación, así como las acciones de tratamiento deben seguir un orden jerárquico, de tal forma, que durante el flujo de los procesos que componen el manejo de RS, se disminuya la cantidad de los RS en la etapa de tratamiento de los desechos (Rojas, 2018).

De esta suerte, se parte de la prevención como propósito rector y se termina en la disposición final, cuando ya se han agotado todas las alternativas anteriores para evitar su eliminación y sus subsecuentes impactos negativos. En la Ilustración 1, se muestra la pirámide que representa la escala en la gestión de residuos.

Ilustración 1. Poliedro de jerarquización de residuos



Nota. Modificado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos” por Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016. Elaborado por Autor, 2022.

Tomando en consideración la Ilustración 1, la gestión de RS debe iniciarse evitando la generación de los mismos en la fuente, luego si esto no es posible, se debe reducir el volumen de RS producido en la fuente, los residuos que se produzcan deben intentar reutilizarse bien sea en la misma o en otro sistema de producción, si esto no puede realizarse, pasa a la siguiente etapa que es el reciclaje y la recuperación energética, que consiste en valorizar los RS de tal forma que pueda generarse un valor económico por ellos, puedan transformarse en otro tipo de elemento o materia prima y se evite su eliminación, en caso que lo anterior no sea posible, se deben tratar los materiales de desecho antes de ser dispuestos en su lugar de eliminación, esto se hace para bajar la carga contaminante, así como, el volumen y evitar futuras complicaciones, y, finalmente, se realiza la disposición final, intentando eliminar el menor volumen posible de RS para aumentar la expectativa de vida de los lugares destinados a esta actividad (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016) y (Rojas, 2018).

Principio de Gestión Integrada. Consiste en coordinar todas las actividades de la gestión de RS de manera conjunta, con el objetivo de lograr una coherencia y éxito del sistema y garantizar que los recursos se usen eficientemente.



Responsabilidad Extendida del Productor. Se trata de otorgarle la responsabilidad de los impactos por el tratamiento de productos elaborados en todo su ciclo de vida y a lo largo de la cadena de abastecimiento, a los productores, fabricantes, importadores y distribuidores del mencionado producto. Cuestión conocida como “el que contamina paga”.

Los Instrumentos Económicos. Es una herramienta que facilita el manejo de las dificultades que superpone la dirección de las etapas de la gestión de RS, de tal forma que se administren correctamente la recolección y tratamiento. La forma de actuar de este principio, es suscitar una serie de incentivos a aquellos productores que actúen bajo las nociones de “producción más limpia y desarrollo sostenible” mediante el descenso de la cantidad de los desechos producidos y dispuestos para su eliminación.

Disminución de los desechos peligrosos. Este fundamento emerge de la Agenda 21, y, pretende bajar la producción de residuos peligrosos para el entorno y la calidad de vida, considerándose un complemento del principio de jerarquía en la gestión de residuos, en cuanto a que procura la reducción de residuos peligrosos.

Etapas del PGIRS.

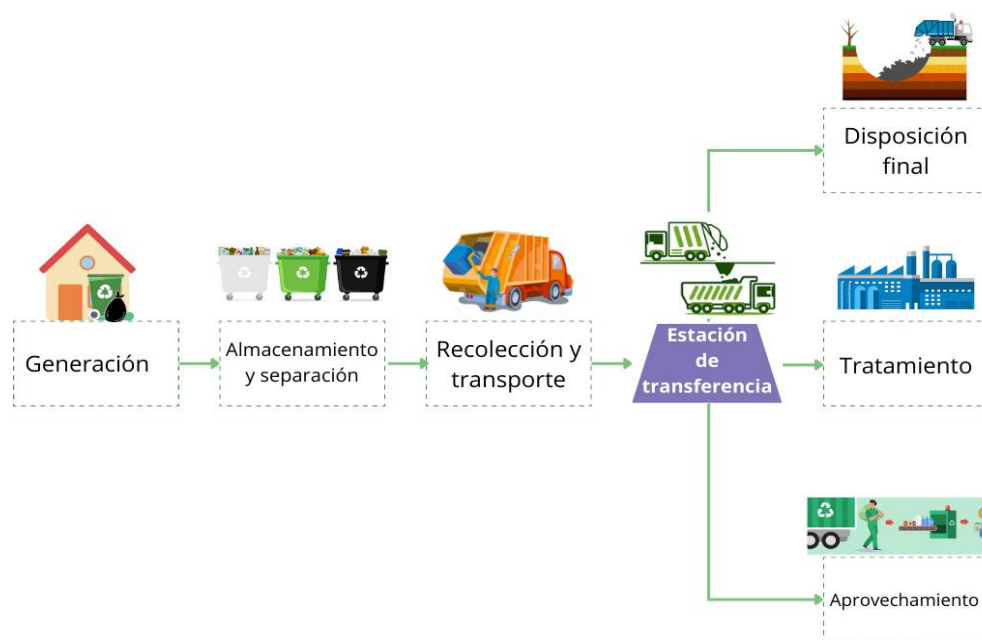
En la Ilustración 2 se evidencian las fases para hacer la gestión integral RS, amparada en la legislación colombiana.



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

Ilustración 2. Pasos de la gestión de RS



Nota. Modificado de “Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia” por Minvivienda, 2017. Elaborado por Autor, 2022.

Generación y Recolección. Es la etapa inicial del proceso de gestión integral de RS, en ella se evalúan las cantidades de RS producidos, asimismo, las formas de almacenamiento y la llamada “separación o segregación en la fuente”.

De este modo, la determinación de la cantidad de RS es fundamental para conocer soportado en datos el número de RS que serán aprovechados versus los que deben ser recogidos y transportados para su disposición final. Lo anterior, coadyuva a la creación y utilización de políticas de gestión de RS en los territorios y a la asignación de recursos.

Los métodos para la recolección de información en la generación de RS, son de 2 tipos: directos e indirectos, los métodos indirectos se relacionan con la producción per cápita y la densidad, mientras que los métodos indirectos precisan datos más particulares como la composición de los RS. Los datos obtenidos, se usan para hallar el tiempo de vida del relleno sanitario o es posible hacer proyecciones sobre a cantidad de basura que va a producirse al año (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Recolección y Transporte. En primer lugar, la captación de RS se trata de la etapa intermedia entre la generación y el transporte, es esencial en la medida en la que el resultado de la recolección guía el destino final de los mismos.

De este modo, la recolección debe realizarse bajo un estricto sistema en el cual deben valorarse aspectos como el horario del circuito de recolección, el volumen de los residuos, la distancia desde los puntos de recolección hasta el sitio de disposición, la capacidad del camión recolector, la ruta y área de recolección y los tiempos de que se necesitan para cada actividad. Otro aspecto importante, es la comunicación a los generadores sobre los horarios destinados a la recolección de tal manera que se prevengan futuras complicaciones como malos olores, vectores, entre otros.

Por lo anterior, la recolección se divide en cuatro partes: el manejo interno o domiciliario, que corresponde a la forma en la que son gestionados los residuos dentro de las instalaciones de los generadores, de la índole que sea, está guiada por la reglamentación que el servicio municipal de aseo disponga, en cuanto a los recipientes, envolturas, lugares de recolección, horarios y las prohibiciones. Otra etapa, es la recolección propiamente dicha, se trata del tiempo que usa el personal desde la primera vez que se vacía el primer recipiente hasta el último recipiente en el camión recolector. La siguiente etapa implica desde la recogida y vaciado de los RS del último recipiente hasta la recogida del recipiente siguiente, no se tiene en cuenta el tiempo de descarga en la disposición final. Finalmente, está la etapa de descarga, caracterizada por el valor del tiempo en el cual el vehículo recolector vacía los RS en el lugar de disposición final, depende del tipo del camión recolector y del tamaño del área donde se reciben los RS.

El vehículo recolector, es una variable importante en esta parte de la gestión, por tanto, hay varias alternativas de camión para esta actividad: camión recolector con caja compactadora, posee una tolva y un sistema de compactación que reduce entre 3 a 5 veces el volumen de desechos; vehículo de recolección con una caja cerrada sin compactación, tiene una capacidad de carga menor al camión anterior, vehículo especial con especificaciones técnicas necesarias para elevar los contenedores de gran tamaño y depositar los RS en su interior; camión de caja abierta, usado mayormente en zonas rurales donde los RS son de bajo volumen, por lo que no se necesita un sistema tan especializado para la recolección; existen otro tipo de vehículos más tradicionales, que son usados especialmente en el área rural, se caracterizan por ser de tracción animal o tractores (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Limpieza de calles y lugares públicos. Se realizan generalmente en calles públicas asfaltadas cuyo aspecto más significativo es la disposición de papeleras en vías públicas y la conciencia ambiental, puesto que de ello depende el volumen de RS en las calles; se puede

realizar de dos formas, barrido mecánico o barrido manual. Para las ciudades que tienen más de doscientos mil habitantes, se recomienda el uso de barrido mecánico, mientras que para aquellas con menos de doscientos mil habitantes es más eficiente el barrido manual. En Latinoamérica, el rendimiento de las personas que barren a las vías públicas es de 1 a 2 km/día, el volumen de recolección es de 30 a 90kg por kilómetro aproximadamente (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Estaciones de Transferencia. Es la solución para los problemas derivados del transporte de RS hasta su sitio de disposición final, especialmente cuando la distancia que hay desde donde se generan los RS y el lugar donde se hace la disposición final es extensa. Consiste en el traspaso de los residuos desde el carro de recolección a máquinas de una gran capacidad de almacenamiento, para llevarlos a su disposición final. Pueden ser de dos tipos:

Estación con Transbordo Directo. Los camiones recolectores descargan los RS en los camiones de transferencia directamente.

Estación con Acopio. Se identifican tres tipos: compactación y lugar de acopio, cuya finalidad es subir la cantidad de masa específica de residuos para disminuir costos por transporte; modelo seleccionado para lugares con recepción de máximo 1000 toneladas al día; por último, lugar de acopio en patios sin compactación, se caracteriza por la velocidad en su operación, y su versatilidad, puesto que funciona tanto para grandes volúmenes de RS como para grandes (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Tratamiento y Valoración. El propósito de esta etapa es eliminar y aprovechar los recursos intrínsecos a los RS. Esta parte de la gestión es mucho más eficiente, si se hace énfasis en la reducción del volumen de residuos, especialmente, cuando se impide la generación de desperdicios, se reúsan los materiales y se separa en la fuente. En la siguiente tabla (Tabla 3) se muestran los mecanismos de tratamiento y valoración de RS, clasificándolas según su naturaleza.

Tabla 3. Mecanismos para el tratamiento y valoración de RS

Naturaleza del mecanismo	Mecanismo	Descripción
Mecánicos	Clasificación	Depende del interés económico. Es un el paso anterior para que los RS sean procesados luego.
	Trituración	Reducción del volumen y la granulometría, además, mezcla los residuos y los homogeniza.

	Compactación	Densificación de los residuos
Térmicos	Incineración	Se trata de la quema de los RS, en condiciones ambientales controladas, con equipos e instalaciones físicas especializadas
	Pirolisis	Es la degradación con calor de los RS, en una atmósfera con oxígeno limitado y temperatura menor a la de la incineración, de tal forma que se genere menor contaminación atmosférica, además, de líquidos y gases con alto contenido energético
Biológicos	Aeróbico	Clasifican la estabilización y el compostaje, los productos resultantes de estos procesos son: agua, dióxido de carbono y calor
	Anaeróbico	A degradación de los RS es más lenta. Se produce, principalmente, metano, ácido sulfhídrico, malos olores

Nota. Tomado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos”, elaborado por Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016.

Dentro del tratamiento y valoración, se precisa resaltar el proceso de reciclaje, puesto que es un método eficiente para recuperar materiales de los RS. El reciclaje se puede hacer de dos maneras: la primera es la denominada “recogida selectiva” mediante la cual se clasifican los materiales presentes en la basura y se recuperan directamente, en este modelo directo se debe precisar la clasificación en el origen y la captación independiente, esto es, con un vehículo recolector destinado únicamente para esta labor; la segunda forma de reciclaje, consiste en el uso de técnicas de la industria minera y metalúrgica para preparar el material y separar sus fracciones ligeras, luego se aplican técnicas de clasificación con humedad, electromagnetismo, electrostática, óptica y flotación por espumas, de tal forma que se obtengan metales y vidrios puros (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Tratamiento Final de RS. Esta etapa se fundamenta en los procesos de manejo de aquellos materiales que por sus características, no pueden ser reciclados o rehusados, y, que por ley deben ser dispuestos de forma controlada en un lugar seguro, de forma tal que no se desencadenen consecuencias desfavorables (Suárez, 2000).

El proceso de gestión de los RS comienza con la recolección de los mismos, pasando por el procesamiento y tratamiento, para, a la postre, ser transportados al lugar de su disposición final. La idea principal de ejecutar un procesamiento de los RS, es propender por la disminución de su volumen y su tamaño, y, singularmente, lograr recuperar aquellos subproductos suficientes para su uso posterior. En función de lo anterior, las consecuencias negativas para el ambiente y la salud pública disminuirían sustancialmente, debido a que la cantidad de residuos situados en las



áreas de almacenamiento final, van a ser menores (Sáez & Urdaneta, Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe, 2014).



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en paz”

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750
www.unipamplona.edu.co

6 Metodología

En el presente apartado se describe el procedimiento efectuado para ejecutar la investigación, especificando el tipo de estudio y las formas para recolectar datos.

6.1 Clase de Estudio

Es una investigación cualitativa, en tanto que se utiliza la recopilación y estudio de información para responder a interrogantes previos al estudio, además, se basa en la exploración y descripción de datos para producir una visión teórica sobre el tema central (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Además, es un estudio de revisión documental, se exploran fuentes de información como libros, artículos científicos, informes, así como páginas web oficiales y normatividad legal vigente, en donde se recolecta información relacionada con el tratamiento de RS, sus problemáticas y la gestión integral de estos, para definir las variables de enfoque de la investigación.

6.2 Técnicas de Recopilación de Información

La recolección de datos se hace por medio de técnicas no estandarizada, ni predeterminados de revisión bibliográfica, de tal forma que se puede obtener información y descripciones detalladas sobre eventos relacionados con la disposición final de RS en Colombia (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Para ello se consultan fuentes oficiales de información como bases de datos académicas (Scielo, Redalyc Google School), páginas web de entes gubernamentales (Ministerio de Vivienda, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), diarios oficiales, bases de datos de universidades, entre otros.

Para la búsqueda se tuvieron presentes los siguientes descriptores: “residuos sólidos”, “disposición final de residuos sólidos”, “rellenos sanitarios”, “botaderos a cielo abierto”, “problemáticas de residuos sólidos”, estado de los RS en el país”, “residuos sólidos en Colombia”, además, el operador booleano escogido para relacionar los términos es “y/and”.

Finalmente, el alcance de la información debe estar enmarcada en el periodo de tiempo de 2000 a 2022, y en idioma español, guiando de esta forma hacia información actualizada.

Capítulo III. Resultados y Discusión

7 Residuos Sólidos en Colombia

La eliminación de los RS ha sido a lo largo de la historia la mayor dificultad para su manejo ideal, aparentemente porque su aspecto y volumen causan visualmente grandes molestias a quienes conviven con ellos, por este motivo, los pobladores tomaron la decisión de eliminarlos de su área de influencia y disponerlos en lugares retirados del asentamiento humano, bien sea a cielo abierto, en los ríos, el mar o en su defecto, implementando un sistema de soterramiento artesanal para ocultarlos (Salazar, 2009).

Lo anterior, se agrava dado los aumentos en los niveles demográficos y en las políticas económicas neoliberales que promueven el consumismo y la cultura de los “desechable”, produciéndose un aumento descabellado del volumen de los RS en el mundo, el informe “What and West 2.0” elaborado en 2018 por el Banco Mundial, informa que mundialmente se producen alrededor de 2010 millones de toneladas de RS anuales, con una proyección para 2050 de 3400 millones de toneladas al año, de los cuales el 44% son residuos de alimentos, el 17% cartón y papel, el 12% plástico, el 5% vidrio y el 4% metales. América Latina por su parte, produce anualmente 231 millones de toneladas anuales, siendo Asia Oriental el mayor productor a nivel mundial con una proporción del 23%. La problemática continúa puesto que el 90% de los residuos producidos a nivel mundial no se disponen adecuadamente, siendo la tercera parte de ellos los que van a parar a vertederos al aire libre o son quemados sin control alguno, lo que aumenta el riesgo de desastres y problemáticas para la salud y el medio ambiente (Banco mundial, 2018).

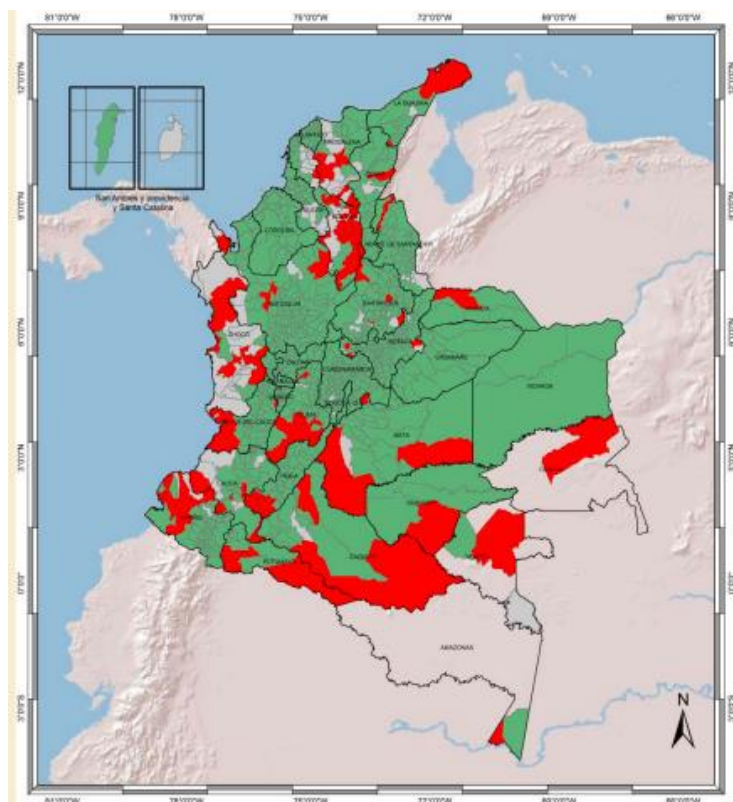
En el país se generan anualmente anualmente, aproximadamente 11,6 millones de toneladas de RS, de estos se aprovechan el 17% teniendo facultades de aprovechamiento cerca del 40% de los mismos, la proyección para dentro de 10 años es un aumento del 20% de la producción de RS en el país (Monterrosa, 2019). De la cantidad de residuos producidos en Colombia cerca del 97% son dispuestos de forma adecuada, 58% en rellenos sanitarios, 34% en plantas de tratamiento y celdas de contingencia y 7% en sitios inadecuados, de los mencionados sitios de disposición final, 15 ya superaron su vida útil, 78 tiene entre 0 a 10 años de vida útil, 58 más de 10 años y no se tienen datos de 126 sitios de disposición (Superservicios, 2016).

Asimismo, según datos de Minvivienda, 2022, para el año 2010, 710 municipios disponían adecuadamente sus RS, siendo ahora una cifra más elevada de 915 municipios con

disposición de RS correcta, además del total de RS generados el 95% se depositan en sitios adecuados, como rellenos sanitarios y plantas de tratamiento. Por su parte la cobertura en el servicio de aseo es mejor en la zona agrícola que en zonas urbanas, mostrándose un incremento de 2,7 puntos porcentuales en 6 años en el área urbana y de 5 puntos porcentuales en el área rural.

Mientras tanto, el gobierno nacional ha invertido aproximadamente 83 mil millones de pesos en construcciones y operación en pro de la mejora del servicio de aseo en el territorio nacional, así, por ejemplo, se han logrado resultados como 95 proyectos, 17 rellenos sanitarios regionales y 6 millones de habitantes beneficiados; optimización, ampliación y mejora de sitios de disposición final en 7 departamentos, 130 municipios y 4 centros poblados; finalmente, se dotaron de camiones para compactar a 53 municipios de los municipios de Norte de Santander, Caldas y Cundinamarca (Minvivienda, 2020). A continuación, en la Imagen 1 se muestra el mapa de disposición final adecuada e inadecuada de RS discriminado por municipios en Colombia, siendo los de color verde lo adecuados y los de color rojo los inadecuados.

Imagen 1. Mapa de disposición final adecuada e inadecuada de RS en Colombia



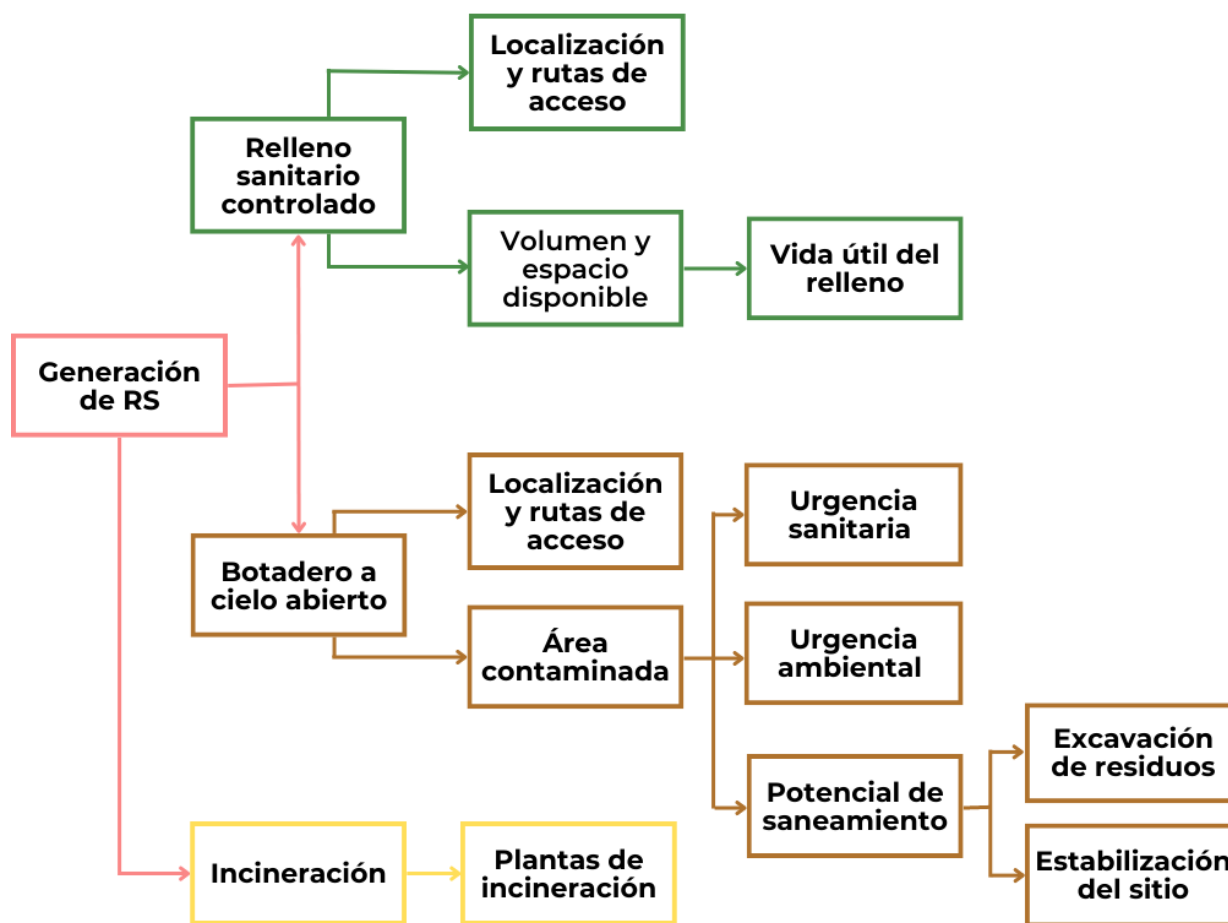
Nota. Tomado de “PIENSA UN MINUTO ANTES DE ACTUAR: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS” elaborado por Rivas, 2018.

7.1 Métodos de eliminación de Residuos Sólidos

La eliminación de RS es el proceso por medio del cual se almacenan y disponen controladamente los residuos, esto se hace de forma temporal o de forma definitiva, de tal manera que no se generen impactos negativos al entorno, ni a la salud de los habitantes, o por lo menos convenir que el impacto sea el mínimo posible.

Dentro de los métodos de disposición final de RS más conocidos se encuentran los rellenos sanitarios, botaderos a cielo abierto, disposición en fuentes hídricas y quemas incontroladas, sin embargo, para términos de esta investigación se profundizarán en dos de ellos, el relleno sanitario y el botadero a cielo abierto, con énfasis en el primer método por ser el más usado en Colombia. Por lo anterior, en la Ilustración 3 se relaciona un modelo para establecer el estado actual de estos dos métodos de eliminación de RS.

Ilustración 3. Proceso de evaluación del estado actual del sitio de disposición final



Nota. modificado de “Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos” por Minvivienda, 2017.

7.1.1 Rellenos Sanitarios

Es una construcción ingenieril diseñada y creada para la eliminación de RS en el suelo, con el fin de evitar dificultades para la población y el medio ambiente, aportando una tarea viable a la disposición final de RS de un territorio. Su finalidad es encerrar grandes volúmenes de RS en áreas pequeñas, tapándolos con una cobertura generalmente de tierra y compactándolos diariamente. Un relleno sanitario es considerado decoroso si cumple con los siguientes criterios:

El acopio de RS no causa afectaciones al medio ambiente y a la colectividad.

El terreno está delimitado y cercado.

Se controla el acceso de vehículos y de personal.

No se producen malos olores, ni se queman los residuos, tampoco se permite la presencia de personas hurgando el material, asimismo, tienen un adecuado manejo del agua superficial y control de vectores.

Posee elementos para controlar y tratar gases y lixiviados.

posee planes de monitoreo ambiental, para el cierre y después de su cierre.

Tipos de Rellenos Sanitarios. Los rellenos sanitarios pueden clasificarse en tres tipos en el marco de la disposición final.

Mecanizado. Óptimo para ciudades con gran cantidad de población, con una producción de RS mayor a 40 toneladas diarias, la manera de operarlo es con el uso de maquinaria especializada, como un compactador, máquinas especiales para mover la tierra: retroexcavadora, tractor de oruga, y, otros.

Semi-mecanizado. Este tipo de relleno es apto para poblaciones con una producción diaria de residuos sólidos entre 16 y 40 toneladas, se caracteriza por el uso de maquinaria para apoyar las labores del personal, especialmente en la compactación y la estabilización de terraplenes

Manual. Es ideal para poblaciones con producción menor de 15 toneladas al día y cuya situación económica no le permite adquirir maquinaria especializada. Su funcionamiento se basa en el trabajo de una “cuadrilla de hombres” quienes realizan las labores de compactación con ayuda de algunas herramientas manuales.

Técnicas para la selección de lugares para el Emplazamiento de Rellenos. Como es bien sabido, para que un relleno sanitario funcione correctamente, es clave que cumpla con ciertos criterios básicos, siendo uno de los más importantes la elección adecuada del lugar donde

se va a construir, por esta razón a continuación, se describe el proceso de elección del sitio de construcción (ver Ilustración 4):

Fase 1. Clasificación de los Sitios. Está sujeto a ciertos aspectos excluyentes como son: zonas de protección y captación de agua potable, zonas de inundación, suelos con alta permeabilidad, suelos inestables, morfología extrema, zonas ubicadas a menos de doscientos metros de centros poblados, zonas menores a mil quinientos metros de distancia de aeropuertos, áreas de protección ambiental, zonas con flora y fauna endémica, patrimonios históricos, religiosos o culturales, rondas de los ríos. Además, se debe hacer un estudio general de aguas subterráneas, para evitar su contaminación y disminución.

Fase 2. Identificación de Áreas. Depende de la clasificación hecha en la fase 1, se apoya en una lista de verificación. Para definir la elección del área, se debe efectuar una evaluación, con un informe y un análisis de los aspectos evaluados anexos.

Ilustración 4. Fases para elegir el lugar para emplazar el relleno



Nota. Elaboración propia, 2022.

Fase 3. Estudio del Área. Se escogen entre 2 a 5 áreas para someterse a una evaluación más robusta. Para ello se efectúan estudios especializados a razón de: estudios del subsuelo con métodos directos e indirectos, impactos ambientales, económicos, sociales y geográficos al área de influencia, vías de acceso, estudio de costo-beneficio y que exista viabilidad para realizar la obra de los sistemas de tratamiento de lixiviados y biogás.

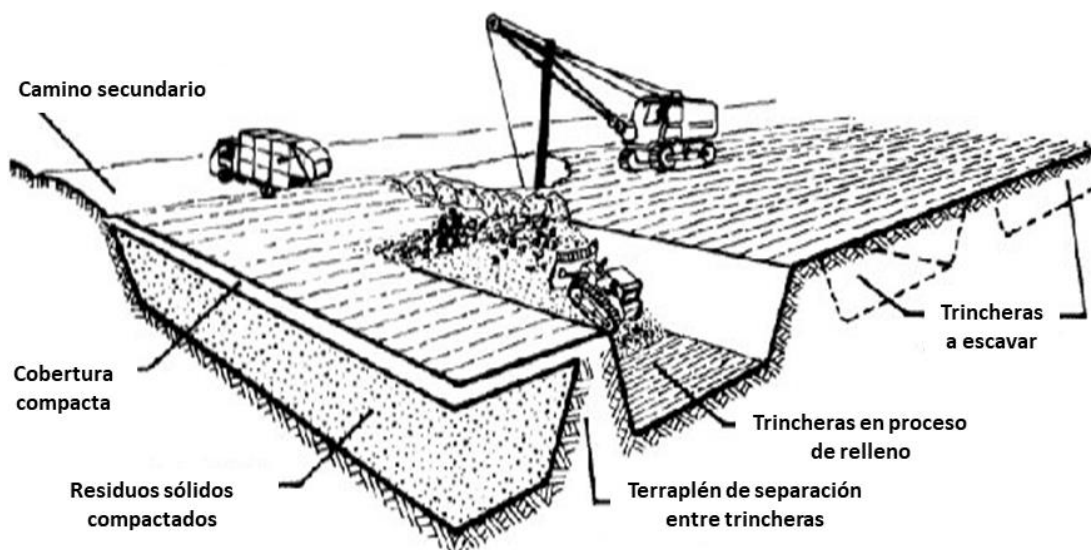
Fase 4. Decisión Final. Esta tarea es responsabilidad de la autoridad competente, quien escogerá entre las posibles áreas, la que mejor se adapte a las condiciones requeridas.

Lo ideal es, que se tomen todos los aspectos para la elección de la mejor ubicación, a razón de aspectos económicos, ambientales, financieras y sociales, además deberían tomarse en consideración lo que piensan los involucrados (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario. Se clasifican conforme al estado del suelo, a la clase de suelo y al nivel freático. En virtud de lo anterior, las clases de métodos de construcción son:

Método de Trinchera o Zanja. Se usa en zonas llanas, se fundamenta en cavar una zanja con una profundidad de dos a tres metros, en las cuales se vierten los residuos de forma ordenada, luego se compactan y cubren con la tierra resultado de la excavación. Se debe considerar la clase de suelo y el nivel freático para este tipo de construcción.

Ilustración 5. Construcción de relleno sanitario por método de trinchera o zanja



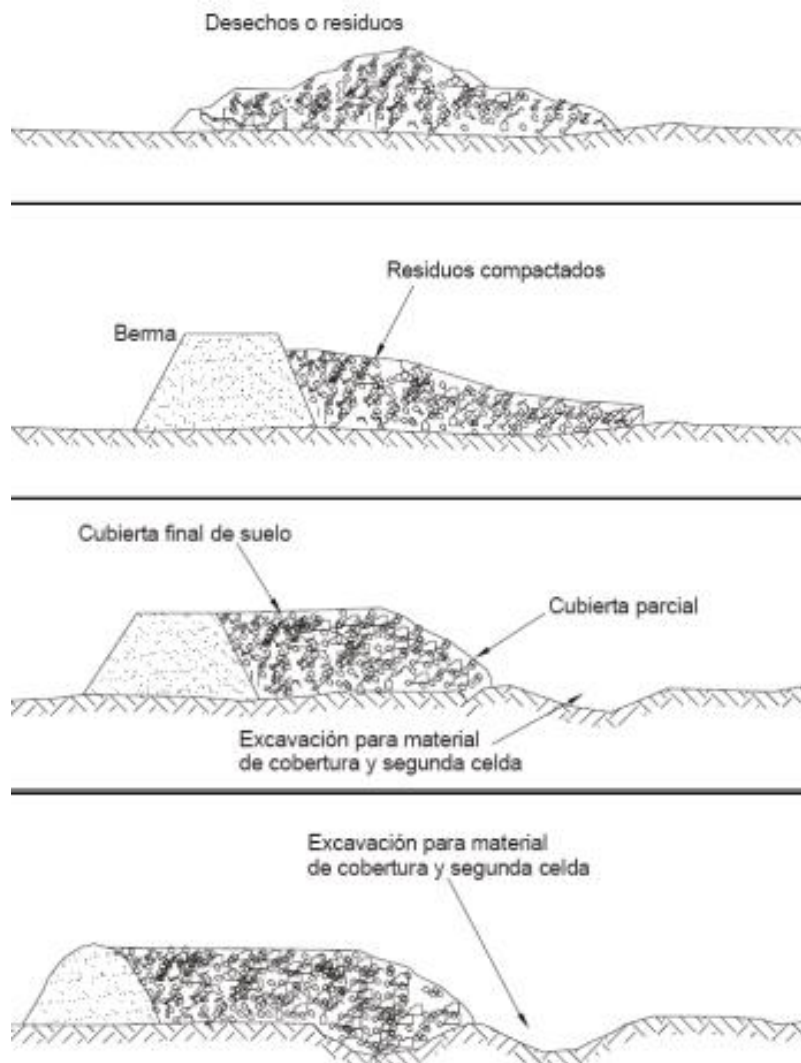
Nota. Modificado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos” por Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016, elaborado por Autor, 2022.

En la Ilustración 5 se visualiza el proceso de relleno de zanja, además, de las zanjas ya rellenas y compactas y de las proyectadas para escavar.

Método de Área. Consiste en el vertimiento de los RS de forma directa sobre el suelo natural con un proceso previo de impermeabilización, así, el suelo se eleva un poco, allí mismo, los RS se compactan y se cubren, en algunos casos el material de cobertura se debe transportar

desde otro sitio o si es posible, se extrae de la capa superficial del terreno, como se aprecia en la Ilustración 6.

Ilustración 6. Construcción de relleno sanitario por método de área

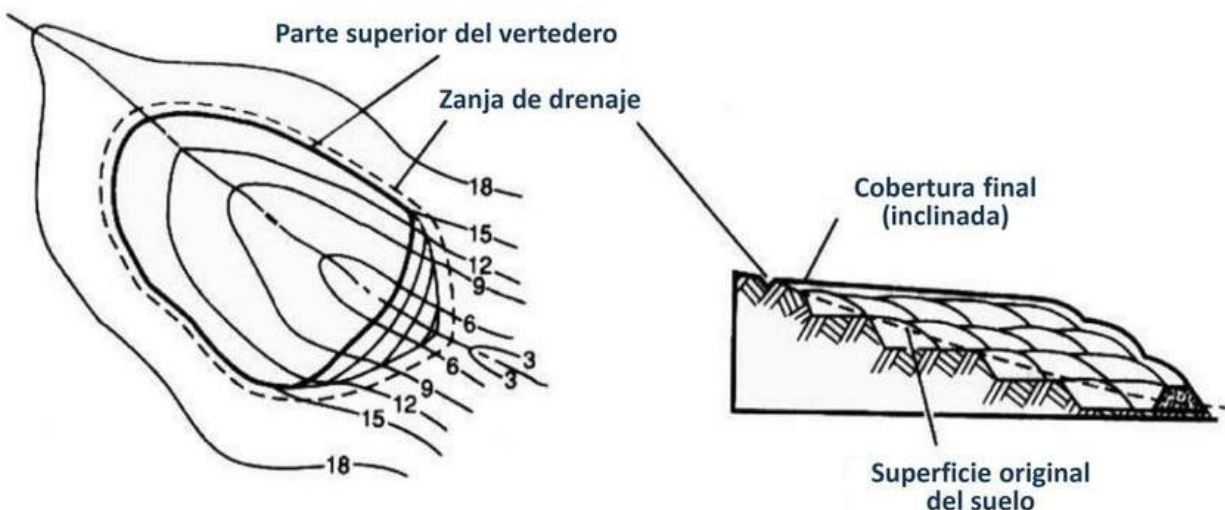


Nota. Tomado de “Guía general para la gestión de residuos sólidos” elaborado por Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016.

Método de Vaguada/Depresión o Rampa. En este método se usan vaguadas, barrancos y fosas para verter los RS.(ver Ilustración 7).

La clave de este método es tener el material de cobertura suficiente para tapar los RS.

Ilustración 7. Construcción de relleno sanitario por método de vaguada



Nota. Tomado de “Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos” elaborado por Tello, 2018.

Manejo de Lixiviados. El lixiviado procede nte de los rellenos sanitarios, tienen alto contenido de nitrógeno, cloruro, potasio y sustancias orgánicas, por ello es importante controlar el drenaje y minimizar infiltración de aguas lluvias y de aguas por escorrentía.

El lixiviado debe ser captado y recirculado, para evitar problemas dentro del relleno, como, por ejemplo, derrumbes, por eso, dentro del relleno se deben construir zanjas para colocar tuberías cubiertas por piedra y geotextil, para captar los líquidos en el fondo del relleno, estas ttuberías están conectadas con las tuberías perimetrales que llevan el líquido hacia el pozo de bombeo, una vez allí, el lixiviado es bombeado y puesto en recirculación, actividad que mantiene la humedad y la estabilización del módulo de RS.

Sin embargo, cuando el sistema de captación descrito anteriormente alcanza su capacidad de campo, debe buscarse una alternativa para el manejo de los lixiviados, dicha alternativa la constituyen las plantas de tratamiento de lixiviados, cuyo fundamento es la remoción de materia orgániza en términos de DBO₅. Una vez el lixiviado pasa por este tratamiento biológico, será conducido a filtración, cloración y almacenamiento en las “cámaras de cracterización final “ (Tello, 2018).

Control de Biogás. El biogás se produce como consecuencia de la degradacion bacteriana sin presencia de oxigeno en los rellenos sanitarios, produciendo esencialmente metano y CO₂.

Gran parte del CO₂ se disuelve en los lixiviados, quedando en mayor proporción metano, que por sus características de densidad tiene el potencial de subir a la superficie y salir del relleno, por esa razón la composición del biogás es 60% metano, 40% CO₂, con presencia de algunos metales.

Dadas las condiciones anteriores, y, el potencial de riesgo del biogás, debe ser controlado y tratado, por lo cual el relleno sanitario debe acondicionar un sistema para recolectar biogás, en el que se incluya la destrucción térmica del gas mediante la implementación de antorchas de combustión, usarlo como combustible o aplicar algun tratamiento antes de descargarlo a la atmósfera (Tello, 2018).

Cierre y Rehabilitación del Relleno Sanitario. En el cierre, se debe formular un plan de cierre que incluya aspectos como: “objetivos y controles ambientales necesarios, uso futuro del suelo, calendario de cierre, los recursos y costos financieros, acuerdos de supervisión y ubicación de una cubierta final que ayude a disminuir los efectos para la salud de los habitantes y el entorno (Tello, 2018).

Por su parte, la rehabilitación consiste en reincorporar el relleno sanitario a su ambiente natural, de tal forma que pueda destinarse a actividades antrópicas, sociales y naturales, por ejemplo, recuperación paisajística, parques temáticos, recintos deportivos, centros recreacionales y educativos, entre otros (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

7.1.2 *Botadero a Cielo Abierto*

Corresponde a un área en la cual se realiza la disposición final de RS, con el agravante que se hace sin control alguno para prevenir y disminuir los efectos negativos al entorno (INVEMAR, s.f.)

En consecuencia, estos lugares tienen ausencia de orden y planificación, lo que significa que los vehículos recolectores van disponiendo constantemente los RS en la zona que se crea conveniente, sin ningún tipo de diferenciación o selectividad, por lo que los residuos ordinarios se mezclan con los peligrosos,

Por sus características, la altura de los residuos dispuestos en estos lugares puede variar, mostrándose en algunas partes capas delgadas y en otras zonas capas de hasta dos metros, no tienen cobertura, salvo la vegetación que con el tiempo va creciendo sobre ellos, no poseen control de erosión o drenaje, no hay compactación, no existe sistema de gestión de lixiviados, ni biogás, por lo cual los olores en estas zonas son nauseabundos e insoportables.

Aunado a lo anterior, la comunidad elimina algunos de sus residuos mediante quemas incontroladas, cuestión que agrava la problemática del botadero.

Otros elementos presentes, son los vectores (roedores, aves de carroña, moscas, etc.), los recuperados que buscan dentro de los residuos, materiales que les representen valor económico, asimismo, los residuos se distribuyen por las vías y llegan a centros poblados, cuencas hídricas y zonas protegidas, generando efectos negativos al entorno (Salazar, 2009).

Por consiguiente, la principal alternativa para resolver el problema de los botaderos a cielo abierto, es propender por realizar un cierre o clausura oficial de los mismos, trazando un plan en el cual se considere instalar lugares adecuados de disposición final, es el caso de los rellenos sanitarios, a los cuales se trasladarán los RS del botadero y finalmente se rellenarán los espacios vacíos del suelo para adaptarlo, de tal forma que pueda aprovecharse en el futuro.

Otra alternativa consiste en el saneamiento de los botaderos, instalando métodos para su adecuada disposición final, algunos de los métodos que se pueden implementar en un botadero son: celdas, cobertura de residuos, sistema de drenaje y control de escorrentía, control de biogás, tratamiento de los lixiviados, también evitar el acceso de personas (Salazar, 2009).

7.1.3 Incineración

Es empleada para eliminar residuos usando los principios de la ingeniería sanitaria ambientalmente aceptados para destruir los RS, este método también puede ser considerado un método de aprovechamiento de los RS, debido a la facultad de usar el poder calorífico de los materiales y producir energía a partir de este.

Su uso, puede tener ciertos impactos negativos, por lo que tiene una gran cantidad de detractores, entre estos está la generación de gases contaminantes de la atmósfera, la destrucción de los materiales que pueden ser aprovechados y el uso de hasta el 50% más de energía de la que se usa en el reciclaje (Montes, 2018).

7.2 Problemáticas de la Disposición Final de RS. Un análisis desde las Causas y

Consecuencias de la Inadecuada Disposición Final de RS

La inadecuada disposición final de RS trae consigo complicaciones a los ecosistemas y el medio ambiente, debido principalmente a los elementos asociados a su acumulación, como es el caso de los lixiviados o la producción de biogás, cuyo impacto se acrecienta dado el aumento exagerado en el volumen de los RS. Dichas afectaciones, existen en mayor proporción en

aquellas zonas donde su actividad y crecimiento económico es reducido, por lo que no cuentan con la solvencia

suficiente para la construcción de un sitio adecuado de disposición final, su mantenimiento o la compra de maquinaria y tecnología.

Dado lo anterior, la etapa de disposición final es considerada de las más problemáticas en materia de la gestión de los RS y en materia ambiental.

En Colombia, por ejemplo, la situación no es más favorable, dado que hace algunos años, no existía control sobre la disposición final, por lo que predominaban sistemas de botaderos a cielo abierto, sin ningún control sanitario, causando daños irreparables a los ecosistemas, la salud y el medio ambiente de las áreas de influencia de los mismos.

Algo más para añadir a las problemáticas de disposición final, se relaciona con la resistencia de la comunidad a la construcción de cualquier sistema de gestión de RS cerca de sus centros poblados, debido a las afectaciones que ya han sufrido o que han venido observando por décadas.

Ahora bien, parte fundamental de las problemáticas derivadas de la inadecuada gestión de los RS se originan por el enfoque que los entes gubernamentales y los actores involucrados le sugieren al proceso de gestión de RS, puesto que dan mayor relevancia a cumplir con la prestación del servicio a su comunidad prescindiendo de los daños ambientales que puedan causar y de las futuras implicaciones. Un ejemplo de lo anterior, son los fallos de la corte que ordenan la clausura de botaderos o rellenos sanitarios, sin antes prever una solución sostenible ambientalmente para la disposición final de los RS en estos lugares, por lo cual, las afectaciones venideras pueden superar por el triple a las afectaciones que producían la operación de los métodos mencionados.

De igual modo, el sistema de gestión de RS colombiano es deficiente en todas sus etapas, hecho que indiscutiblemente va a repercutir en la última etapa de disposición final, puesto que va a transportar un cúmulo de problemáticas que se expondrán al final de la cadena de tratamiento.

En consecuencia, Colombia no ha conseguido los resultados de las metas planteadas en materia de disposición final, las cuales pretendían eliminar el 100% de los desechos municipales, además, a pesar de que ya está vencida la fecha pactada por el Gobierno Nacional de clausurar todos los sitios de disposición de RS no aptos, aún, muchos de ellos están en funcionamiento, la magnitud es tal, que ningún municipio ha reportado la eliminación total y absoluta de los

botaderos a cielo abierto u otro tipo de sistema de eliminación de RS inadecuado, esto se debe a que muchos municipios priorizan la satisfacción de necesidades básicas como disponibilidad de agua potable o construcción de centros escolares y colegios, antes de voltear la mirada al tema del manejo de los RS y sus implicaciones ambientales (Montes, 2018).

En concordancia con lo anterior, se precisa analizar algunos efectos directos de la mala disposición final de RS sobre el entorno y la salud, el factor económico y el cambio climático.

7.2.1 Implicaciones al Medio Ambiente

Los RS son un problema histórico que parece no tener fin, sus principales efectos recaen sobre el medio ambiente del área de influencia, pero también con el tiempo se trasladan a complicaciones más globales.

Dentro de las problemáticas que produce la inadecuada disposición final de RS, se presentan el daño y disminución de la calidad del agua, la contaminación atmosférica producto de las emisiones de biogás, también supone, riesgos de incendio, generación de olores nauseabundos y tóxicos, presencia de vectores, además, de la pérdida de valor agrícola y forestal del suelo, transformación del uso del suelo.

Cambio Climático. Los gases provenientes de la disposición final de RS proveen el 3% de los gases de efecto invernadero que suscitan el aumento acelerado del cambio climático, el principal de ellos es el metano, seguido del CO₂ producido con los métodos de incineración (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

7.2.2 Implicaciones en la Salud

La salud de las personas es un factor demandante en lo que respecta a el tratamiento de los RS, por lo que es preocupante conocer que su inadecuado manejo provoca enfermedades de gran magnitud. A continuación, en la Tabla 4, se relacionan las distintas afecciones producto de la mala disposición final de los RS.

Tabla 4. Enfermedades causadas por la inadecuada disposición final de los RS

Enfermedad	Descripción
Enfermedades Microbiológicas	
Ascaridiasis	Es causada principalmente por comer huevos de áscaris presentes en alimentos, manifestándose en afectaciones de los intestinos, el hígado y en algunos casos a los pulmones

Amebiasis	Se da por la ingesta de huevos de ameba, produciendo síntomas como: diarreas; en las manifestaciones más graves compromete el sistema hepático
Tenias	Produce la disminución del peso corporal dado a que se alojan en los intestinos y se alimentan de los nutrientes que proceden de los alimentos
Fiebre tifoidea	Producido por consumir alimentos y agua infectada con la bacteria <i>Salmonella typh</i> , acarrea síntomas como cefaleas, escalofrío, falta de sueño, desaliento y fiebre. La bacteria puede migrar a los ganglios, el bazo, el hígado o el cerebro, produciendo graves complicaciones
Enfermedades nicóticas	Como la dermatitis, producto del contacto de la piel con esporas de los hongos presenten en materia orgánica en descomposición
Enfermedades transmitidas por el aire	
Enfermedades respiratorias	Alergias, , asma, cáncer pulmonar, neumonía, bronquitis, edema.
	Problemas en la piel
	Cansancio y cefaleas
Enfermedades causadas por e agua contaminada	
Enfermedades infecciosas	Como cólera, la fiebre tifoidea, la disentería y la hepatitis A y B
Enfermedades producidas por la ingesta de elementos tóxicos o metales pesados como el mercurio	
Enfermedades transmitidas por vectores	Dengue, paludismo, leptospirosis, leishmaniosis, entre otras
Enfermedades del sistema neuronal	

Nota. Tomado de “PIENSA UN MINUTO ANTES DE ACTUAR: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS” elaborado por Rivas, 2018.

7.2.3 Implicaciones Socioeconómicas

La construcción de rellenos sanitarios y la disposición de RS en zonas rurales ha causado la movilización de la población a las ciudades, por tal motivo, el crecimiento demográfico de estos lugares ha sido exorbitantes, dando lugar a problemas socioeconómicos como alta tasa de desempleo, aumento de la informalidad, incremento de la indigencia, de la pobreza, entre otros tantos efectos sociales.

Asimismo, el ingreso per cápita del país se ha visto afectado, mostrando disminución en el ingreso de los hogares, disminución del consumo, limitación en el acceso a bienes y servicios, especialmente aquellos básicos como los de carácter sanitario (Rondón, Szantó, Pacheco, Contreras, & Gálvez, 2016).

7.3 Implementación del PGIRS

La alternativa más próxima para dar solución a las problemáticas derivadas de la RS, es la formulación del PGIRS que parte de los resultados de un diagnóstico inicial de las condiciones relacionadas con la generación, tratamiento y características de los RS del lugar de estudio e igualmente, el plan debe ser evaluado periódicamente, para examinar si los resultados obtenidos son consecuentes con los objetivos planteados inicialmente (Minvivienda, 2022).

También cabe resaltar que la implementación de este plan es netamente obligación de la alcaldía o administración municipal, para la realización de este se debe proyectar el crecimiento poblacional a doce años apoyándose en el POT, los PGIRS están orientados a prestar el servicio publico de aseo con continuidad y calidad abarcando el área urbana y rural, así como fomentar la cultura del cuidado del entono.

debido a que anteriormente ya se describieron cada una de las partes del PGIRS, en esta división se exponen las etapas para la implementación del mismo, desde el ámbito técnico-administrativo. Así, en la Ilustración 8 se identifican y particularizan los pasos a seguir en la implementación del PGIRS.

Ilustración 8. *Etapas para la implementación del PGIRS*

Movilización y planeación	• Elección de la coordinación general • Identificación y clasificación de los actores involucrados • Conformación de equipos de coordinación municipal
Diagnóstico	• Análisis: del marco normativo. • Identificar brechas y oportunidades • Establecer estrategias para el manejo de los RS
Diseño operacional	• Tecnologías y criterios para la toma de decisiones • Identificar y evaluar alternativas • Crear un plan de acción para implementar el servicio
Monitoreo	• Establecer medios del plan de acción • Definir indicadores de desempeño • Formular plan de monitoreo • Plan de capacitación

Nota. modificado de “Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos” por Minvivienda, 2017.



8 Discusión

Las problemáticas entorno a la inadecuada disposición final de RS en Colombia versan sobre causas fundamentales que implican mucho más que la simple materialización de la evacuación o eliminación de los RS. Lo que significa, que los orígenes de las consecuencias en la salud, el ambiente o el aspecto socioeconómico del país en el marco de la disposición de RS, se relacionan en primera medida con las disposiciones que en materia normativa se han establecido y las decisiones tomadas con base en dichas reglamentaciones, puesto que han centrado su enfoque en la compensación de las necesidades de construir un lugar apropiado para la disposición final de RS, de manera que se cumplan con las metas de acondicionamiento de rellenos sanitario, estaciones de transferencia, plantas de tratamiento o cualquier otra infraestructura relacionada con la gestión de RS, además, de los objetivos de cobertura del servicio de aseo municipal, dejando a un lado la conveniencia que en materia ambiental instaure la construcción de estos equipamientos en zonas que por su naturaleza y su características particulares no deben ser intervenidas o son susceptibles de afectación directa tanto a ecosistemas como a los recursos naturales disponibles.

De igual manera, las problemáticas que se manifiestan en la disposición final de RS en Colombia, no se origina únicamente en esta etapa final del tratamiento de RS, sino que se derivan del progreso y acumulación de errores y dificultades generadas en las etapas anteriores del sistema de gestión de RS, por lo cual la intervención de todo el sistema de gestión es una necesidad inminente y digna de intervención oportuna.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, la solución a las problemáticas generadas por el tratamiento de los RS, deben establecerse desde el inicio hasta final del proceso de gestión integral de RS, de tal manera que se intervengan cada una de las etapas del mismo y se focalicen los ánimos en la reducción del consumo de bienes y servicios, especialmente aquellos enmarcados dentro de la cultura de lo “desechable”, asimismo, en la educación ambiental para hacer una buena selección de los materiales en el hogar, así como del aprovechados.

Igualmente, las políticas deben estar enfocadas en los procesos de aprovechamiento y valorización de los RS, de tal forma que el volumen de los mismos que llegue a la etapa final de eliminación sea cada vez menor y provoque beneficios económicos, ambientales y de mejora de la calidad de vida de las personas.





Conclusiones

La generación de RS es un evento que suscita problemas, especialmente por el aumento desmedido del consumo, del asentamiento de la población en áreas urbanas los controles deficientes en las etapas del sistema gestión y la insuficiencia de políticas ambientales que propendan por mejorar y conservar el medio ambiente.

La solución a las problemáticas vinculadas a los RS, deben trascender la mera construcción de sitios de disposición final, e ir encaminada hacia objetivos estratégicos de la gestión integral de residuos, en los que se engranen, por ejemplo, sistemas de aprovechamiento y valoración de RS, capacitación para la separación complementado con sistemas de acopio de residuos aptos para el aprovechamiento, entre otros.

Los problemas presentados por el mal manejo de los RS, acarrearán no solo los nombrados impactos nocivos para el medio ambiente y la salubridad de las personas, también representan un gasto más para el Estado, puesto que se deben implementar políticas que solucionen y corrijan los efectos nocivos ocasionados a la salud, al entorno, a los ecosistemas, a la infraestructura y al sistema productivo de la nación.

Colombia encara un desafío muy importante en cuanto a la gestión integral RS, pues debe comenzar por abandonar el pensamiento patológico unidireccional y reduccionista que limita las alternativas de solución de las problemáticas de los RS a la eliminación o a la construcción de rellenos sanitarios, y construir una política sólida que coadyuve al robustecimiento del sistema de gestión de RS, en el que se tomen en cuenta aspectos de carácter ingenieril, técnico, humano, jurídico, financiero, social, cultural, educativo, sanitario, esto quiere decir, que se aborde la gestión integral de RS desde varias perspectivas interrelacionadas que apunten hacia un mismo propósito: la mejora de las condiciones ambientales, de salubridad y sociales de los habitantes de colombiana.





Referencias

- Banco mundial. (20 de septiembre de 2018). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>
- Castellanos, S. (2017). *Análisis de Ciclo de Vida para los biorresiduos sólidos urbanos generados en la ciudad de Bogotá D.C, Colombia*. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia.
- Cruz, S. E., & Ojeda, S. (2019). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 7-8.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la Investigación*. Sexta edición. México D.F.: MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- INVEMAR. (s.f.). *INVEMAR*. Obtenido de http://buritaca.invemar.org.co/siam/tesauro_ambiental/B/Botaderos%20a%20cielo%20abierto.htm
- Marghetich, D. D. (s.f.). *Holanda y el manejo de la basura*. Recuperado el 20 de Noviembre de 2020, de Conexiones UNAMOSEPARANDO: https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Frevistaconexiones.blogspot.com%2F2014%2F11%2Fholanda-y-el-manejo-de-la-basura.html%3Ffbclid%3DIwAR1x_zmmufPuObNYlwhp3UVCqmimPm0FJwf8zSbyvfR1sQgjaS7vCYICRHA&h=AT1wnkyWlPVmMbkiM0Vrbu9zyKeRH4awUK8XVbqARIO1xgXZ8z-1
- Minvivienda. (2017). *Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos*. Bogotá D.C.: MOTT MACDONALD.
- Minvivienda. (Enero de 2017). *Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia*. Bogotá D.C.: Mott Macdonald. Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/2020-07/guia-de-manejo-de-residuos-2017.pdf>
- Minvivienda. (5 de abril de 2020). *Ministerio de Vivienda* . Obtenido de <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/tratamiento-y-disposicion-final>



Minvivienda. (10 de marzo de 2022). *Minvivienda*. Obtenido de

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>

Monterrosa, H. (10 de enero de 2019). *La República*. Obtenido de

<https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-podria-aprovechar-cerca-de-40-de-los-11-6-millones-de-toneladas-de-residuos-que-genera-al-ano-2813141#:~:text=Actualmente%2C%20en%20Colombia%20se%20generan,se%20recicla%20alrededor%20de%2017%25.>

Montes, C. (2018). *Estudio de los residuos sólidos en Colombia*. Bogotá D.C.: Universidad Externado de Colombia.

Noguera, K., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356.

Rivas, C. A. (2018). *PIENSA UN MINUTO ANTES DE ACTUAR: GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS*. Bogotá D.C.: Minambiente - Mincomercio, Industria y Turismo.

Rojas, C. (2018). Jerarquización de la Gestión Integral de Residuos Sólidos: rol activo de los gobiernos locales. *CEGESTI - Gestión Municipal*, 19, 1-4.

Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E., & Gálvez, A. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos*. Santiago: CEPAL - Naciones Unidas.

Sáez, A., & Urdaneta, J. (Septiembre de 2014). *Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe*. Obtenido de Revista Omnia:

https://www.redalyc.org/pdf/737/73737091009.pdf?fbclid=IwAR1rpwep5_CN5d9Tcd4XrNX833hepYaqZ36yXi4f1AuEfhrm9jPogxB_nIs

Sáez, A., & Urdaneta, J. (2014). Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. *Omnia*, 20(3), 121-135.

Salazar, L. L. (2009). PLANES DE MANEJO AMBIENTAL EN CLAUSURA DE BOTADEROS A CIELO ABIERTO. *II Simposio Iberoamericano II Simposio Iberoamericano I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Ingeniería de Residuos*.



- Sánchez, M. d., Cruz, J. G., & Maldonado, P. C. (2020). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(2). doi:<https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.6>
- Suárez, C. I. (2000). Problemática y gestión de residuos sólidos peligrosos en Colombia. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*(15), 41- 52.
- Superservicios. (2016). *Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios*. Obtenido de <http://webdav.superservicios.gov.co:8080/Sala-de-prensa2/De-interes/Disposicion-Final-de-Residuos-Solidos-Informe-Nacional-2016>
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos* (Vol. I). (A. G. Brage, Ed.) Madrid: McGraw Hill.
- Tello, P. (2018). *Gestión de Residuos sólidos urbanos*. Proper Mx: México.