



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**TRABAJO FINAL DE MAESTRIA**

**SISTEMA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS  
SÓLIDOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE QUIBDO**

**ENVIRONMENTALLY SUSTAINABLE SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF  
URBAN SOLID WASTE IN THE MUNICIPALITY OF QUIBDO.**

**POR**

**JOHNNY ALIRIO BLANQUICETH ARRIAGA**

**johnnymecha@hotmail.com**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**PROGRAMA DE MAESTRIA EN ADMNISTRACION**

**QUIBDO, COLOMBIA**

**2016**

**SISTEMA AMBIENTALMENTE SOSTENIBLE PARA LA GESTION DE RESIDUOS  
SÓLIDOS URBANOS EN EL MUNICIPIO DE QUIBDO**

**Johnny Alirio Blanquiceth Arriaga**

**Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Magíster en Administración**

**DIRECTORA:**

**PHD. NHORA LEON RODRIGUEZ**

**Línea de investigación: Gestión**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA**

**QUIBDO, COLOMBIA**

**2016**

**Nota de Aceptación**

Aprobado por el Comité de Grado, en  
cumplimiento de los requisitos exigidos por la  
Universidad Nacional de Colombia, para optar al  
título de Magister en Administración

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **Dedicatoria**

A mi madre, esposa e hijos, quienes son la razón de mi existencia.

A todas las personas que de una u otra forma han dejado huella en mi vida, lo que me ha servido de ejemplo para poder superarme.

## **Agradecimientos**

Quiero expresar mis agradecimientos a Dios por haberme dado vida y sabiduría para vivir esta experiencia y hacer de mí una persona disciplinada, a mis compañeros de maestría con los que compartí momentos de alegría y tristeza, apoyándonos siempre unos a otros, para alcanzar la meta propuesta, gracias por las risas, los abrazos y todos los momentos que pasamos.

A mi madre Hortensia y a mi padre Alirio, por derramar sobre mí sus continuas bendiciones., a mi esposa Elvia Inés, a mis hijos Johnny Alirio, Andrés Felipe, María Camila y Jonathan por sus sacrificios, paciencia, apoyo moral y comprensión.

A nuestros profesores (as), en especial a mi asesora de trabajo de investigación, Profesora PHD Nhora León y al profesor PHD Jair Duque Oliva, quienes nos transmitieron sus conocimientos y aprendizajes de forma incondicional y desprendida para nuestro crecimiento y formación profesional, y a todas aquellas personas que, con su colaboración, han hecho posible que este trabajo de grado haya llegado a feliz término. Ha sido un camino largo y difícil, que no habría sido posible sin vuestro apoyo.



## Resumen

El deterioro paulatino del ambiente urbano y rural que se viene presentando en la ciudad de Quibdó, debido a la incorrecta gestión de los residuos sólidos municipales, ha causado tanto problemas ambientales como el deterioro de la calidad de vida de sus habitantes. Como respuesta a la problemática que se presenta por la necesidad de encontrar una solución concreta a la gestión de los residuos sólidos, de forma responsable, sostenible y amigable con el ambiente, surge el “sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Quibdó”. El sistema es un proceso que incluye el concepto de sostenibilidad, y abarca los elementos funcionales de generación, disposición inicial, recolección, transporte y disposición final, y sus respectivos subelementos. Además de los factores económicos, sociales, culturales, técnicos, administrativos e institucionales, que suelen interrelacionarse y derivarse entre sí para disminuir y revertir el daño ocasionado por el manejo inadecuado de los residuos. Este objetivo se puede lograr mediante la implementación de opciones utilizadas en la gestión ambiental sostenible de los residuos sólidos, tales como la minimización y / o reducción de la producción de desechos en origen, la reutilización, el reciclaje, la recolección, y la disposición final adecuada, que apoyados en programas transversales, principios rectores y los lineamientos de políticas generales, sirvan para el desarrollo de acciones, que se consideran fundamentales en la consecución de los objetivos establecidos en el sistema.

**Palabras claves:** Sostenibilidad, gestión de residuos sólidos, ambiental, económico Quibdó.

## **Abstract**

The origin of this research is based on the gradual deterioration of the urban and rural environment that is showing in the city of Quibdó, due to improper management of municipal solid waste, which has been causing environmental problems like the deterioration of the quality of life of its inhabitants. As a response to the problems presented to find a concrete solution to the management of waste in a responsible, sustainable and environmentally friendly, environmentally sustainable system of solid waste management arises. The system as such is processes that also include the concept of sustainability also include the functional elements Generation, initial setup, collection, transportation and disposal, and their respective sub-elements. In addition to economic, social, cultural, technical, administrative and institutional factors, which are often interrelated and derived from one another to reduce and reverse the damage caused by improper handling of waste, which can be achieved by implementing options used in sustainable environmental management of solids, such as minimizing and / or reduction of waste production at source, reuse, recycling, collection and proper waste disposal, which supported cross-cutting programs, guiding principles and general policy guidelines, serve for the development of actions, considered key in achieving the objectives set out in the system.

**Key words:** Sustainability, solid waste management, environmental, economic Quibdó.



## Contenido

Capitulo 1.....	7
El problema de la Investigación .....	7
1.1 Preguntas de investigación.....	8
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos.....	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos.....	9
1.4. Metodología .....	9
Capitulo 2 .....	15
Marco Teórico .....	15
2.1 Definición de Residuos sólidos urbanos.....	21
2.2 Sostenibilidad o sustentabilidad ambiental.....	23
Capitulo 3 .....	28
Diagnóstico de la gestión actual de los RSU.....	28
3.1 Caracterización del área de estudio.....	29
3.2 Contexto Legal.....	30
3.2.1 Normas Regulatorias de Carácter General.....	30
3.2.2 Normas Regulatorias de Carácter Sanitario y Ambiental .....	31
3.2.3 Aspectos demográficos y Urbanos.....	36
3.2.4 Ubicación y Clima.....	37
3.2.5 Ecosistemas y Zonas de Vida.....	38
3.2.6 Contexto económico del municipio.....	39
3.2.7 Salud Pública.....	40
3.2.8 Servicios Básicos.....	40
3.3 Aspectos Administrativos y Financieros.....	41
3.4 Aspectos Técnico – Operativos.....	42
3.4.1 Generación de RSU en Quibdó .....	43
3.4.2 Calidad y Composición de los RSU .....	46
3.4.3 Estimación de la Generación de RSU en Quibdó.....	47
Fuente: Proyecciones propias con información de Censo (DANE, 2005) .....	50
3.4.4 Separación, manipulación y almacenamiento de residuos.....	50
3.5 Recolección de residuos .....	51
3.6 Equipamiento y transporte.....	52
3.7 Disposición final de los RSU en la ciudad de Quibdó.....	53
3.8 Aspectos críticos del diagnóstico y acciones de mejoramiento de la gestión actual de los RSU.....	54
Capitulo 4 .....	71
Sistema Ambientalmente Sostenible Para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Quibdó.....	71
4.1 Descripción General.....	71

4.1.1	Lineamientos del sistema ambientalmente sostenible de los RSU. ....	73
4.2	Generación.....	76
4.2.1	Minimización/reducción de residuos sólidos. ....	76
4.3	Disposición inicial .....	78
4.3.1	Manipulación y Separación de residuos sólidos en origen.....	78
4.3.2	Reciclaje en origen .....	80
4.3.3	Almacenamiento en origen. ....	82
4.4	Recolección .....	83
4.5	Transporte .....	85
4.6	Disposición final segura de RSU.....	85
4.6.1	Relleno Sanitario Controlado.....	87
	Fuente: (Jaramillo, 2002) .....	94
4.6.2	Clasificación de los Rellenos sanitarios.....	94
4.6.3	Planificación del Relleno Sanitario. ....	95
	Los principales puntos a definir a la hora de planificar la construcción de un relleno sanitario para gestionar los residuos de un determinado municipio o área geográfica son: .....	95
4.6.4	Consideraciones para la localización del lugar .....	96
4.6.5	Macro-localización.....	97
4.6.6	Restricciones en la localización y Distancias mínimas .....	98
4.6.7	Micro-localización .....	99
	Fuente: (Diócesis de Quibdó, 2012) .....	100
4.6.8	Diseño y construcción.....	100
4.6.9	Características del Relleno Sanitario Controlado. ....	102
	Fuente: (La FM. COM.CO, 2013).....	104
4.6.10	Prevención de la Contaminación en el Relleno. ....	104
4.6.11	Líquidos lixiviados o percolados. ....	105
4.6.12	Recolección, tratamiento y control de Lixiviados .....	106
	Fuente: (www.agenciadenoticias.unal.edu.).....	108
4.6.13	Control de Gases de Relleno Sanitario Controlado.....	108
4.6.14	Pozos de Monitoreo. ....	110
4.6.15	Cubierta final.....	110
4.6.16	Conformación Final.....	111
4.6.17	Clausura y Post clausura .....	114
4.6.18	Componentes del costo del relleno sanitario .....	115
4.7	Financiamiento. ....	119

4.7 Directrices para la sostenibilidad económica, social, y ambiental del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Quibdó.....	121
4.7.8 Sostenibilidad Económica.....	122
4.7.9 Sostenibilidad Social.....	124
4.7.10 Sostenibilidad ambiental y las 4Rs.....	126
4.7.11 Marco Legal y Reglamentario.....	128
Capitulo 5 .....	131
Principios Rectores del Modelo.....	131
Conclusiones y recomendaciones.....	137
Conclusiones.....	137

**Lista de mapas**

Mapa 3-1: Mapa de localización física del municipio de Quibdó en el Departamento del Choco.....	38
Mapa 3-2: Mapa de localización física del Municipio de Quibdó en la República de Colombia.....	39
<b>Mapa 3-3: Opciones de localización del relleno sanitario.....</b>	<b>100</b>

**Lista de figuras**

Figura 1-1: Jerarquización de la gestión de residuos sólidos .....	21
Figura 2-2: Criterios relacionados con la sostenibilidad .....	27
Figura 4-1: Minimización de impactos ambientales a través del confinamiento de residuos sólidos. ....	86
Figura 4-2: Relleno Sanitario.....	89
Figura 4-3: Tipos de rellenos sanitarios más comunes. ....	95
Figura 4-4: Estación de pasaje de camiones . ....	101
Figura 4-5: Operación general del relleno Sanitario.....	103
Figura 4-6: Operación del relleno sanitario.. ....	103
Figura 4-7: Cierre diario del área de relleno.....	104
Figura 4-8: Fumigación.....	105
Figura 4-9: Infraestructura utilizada en la extracción de líquidos lixiviados en un relleno sanitario.....	107
Figura 4-10: Instalaciones para el tratamiento de lixiviados. ....	108
Figura 4-11: Sistema de tratamiento de lixiviados .....	109

## Lista de tablas

<b>Tabla 3-1:</b> Servicios Básicos .....	40
<b>Tabla 3-2.</b> Rangos de Generación de Residuos Sólidos per cápita kg/hab/día) para el año .....	44
<b>Tabla 3-3.</b> Aspectos básicos Generación de RSU en Quibdó.....	45
<b>Tabla 3-4.</b> Generación per cápita Diaria, Mensual y Anual de Residuos sólidos en la ciudad de Quibdó para el año 2010.....	45
<b>Tabla 3-5.</b> Composición de los RSU en la ciudad de Quibdó.....	477
<b>Tabla3-6.</b> Crecimiento Poblacional Municipio de Quibdó (2010-2030).....	49
<b>Tabla3-7.</b> Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.....	54
<b>Tabla 4-1.</b> Tendencias en la gestión integral sostenible de los RSM.....	74
<b>Tabla 4-2.</b> Elementos Funcionales del Modelo ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos Municipales. (Elaboración propia con información de. ....	75
<b>Tabla 4-3.</b> Componentes de la Minimización de Residuos Sólidos. Elaboración propia con información.....	77
<b>Tabla 4-4.</b> Fases de avance de métodos de disposición final en localidades en vías de desarrollo .....	90
<b>Tabla 4-5.</b> Ventajas y desventajas de la técnica del relleno sanitario.....	92
<b>Tabla 4-6.</b> Principales Dispositivos y equipamientos básicos de un relleno sanitario controlado .....	112
<b>Tabla 4-7.</b> Costos de habilitación en pesos constantes (Millones) Colombianos para el año 2014 de relleno sanitario para la ciudad de Quibdó.....	116

<b>Tabla 4-8.</b> Costos de operación en pesos constantes Colombianos para el año 2014 de relleno sanitario para una vida útil de 20 años .....	117
<b>Tabla 4-9.</b> Costos de clausura en pesos constantes Colombianos (millones) para el año 2014 de relleno sanitario controlado.....	118
<b>Tabla A-1.</b> Gestión actual de residuos sólidos urbanos VS Modelo de Gestión ambientalmente sostenible de RS Municipal .....	144





## Introducción

El desarrollo económico, industrial y comercial de las últimas décadas ha estado acompañado de un proceso de urbanización acelerada y un aumento en la concentración de la población. Sobre este particular, Alvarado, (2010), señala que “la evolución industrial ha generado cambios en la forma de actuar y pensar de los individuos, creando consumistas”. (p.23). Lo anterior ha traído como consecuencia, el crecimiento de la población y el incremento en los hábitos y niveles de consumo de la sociedad actual, contribuyendo al aumento de la generación per cápita de residuos, al manejo inadecuado al igual que a la ineficiente gestión de los mismos, que al no ser tratados alteran el ambiente negativamente y deterioran la salud pública.

Por consiguiente, el creciente aumento de la generación de residuos sólidos constituye una preocupación mundial, tomando dimensiones alarmantes especialmente en los países de América Latina y el Caribe (ALC). Una de las explicaciones para el aumento en la generación de residuos, está relacionada con la excesiva concentración de la población en áreas urbanas. De acuerdo a un estudio realizado por la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), para el año 2015, se estima que

Habrá una población de 627 millones de habitantes; alrededor de 501 millones (80%) vivirán en áreas urbanas y si se mantienen las tasas actuales de generación de residuos sólidos, la producción superará 446.000Ton/día de RSU. La tasa media per cápita de residuos sólidos domiciliarios para la región es de 0,79 Kg/hab/día, mientras que para residuos sólidos urbanos, el valor asciende a 0,91 Kg/hab/día. (parr.26)

De lo anterior, hoy, en ALC, el total de residuos sólidos municipales generados, en promedio entre el 50 y el 70% en peso son orgánicos, y el 25% son materiales reciclables,

como papel, cartón, plásticos, metales, textiles etc. Del total de los residuos sólidos municipales generados en ALC, en 2001, entre el 60 y el 80% fueron recolectados, de los cuales, sólo un 23% tuvo una disposición final sanitaria y ambientalmente aceptable. Los demás, se depositaron en rellenos incontrolados (sin el debido control ambiental y sanitario) o en vertederos, es decir, depósitos a cielo abierto o cursos de agua.

Actualmente en Colombia se cuenta con información de disposición final de 1.088 municipios, los cuales generan aproximadamente 27.079 toneladas diarias de residuos. Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2005), de estos municipios, el 69% (751 municipios) dispone de rellenos sanitarios con permisos ambientales, que equivalen a 22.819 del total de toneladas producidas a nivel nacional. El 31% restante dispone sus residuos sólidos de manera inadecuada. (p, 12). De los 751 municipios que disponen adecuadamente, 653 disponen en 254 rellenos sanitarios 88,54% de la producción que equivale a 22.204 Ton/día, y 98 en plantas integrales (2,5%) de la producción equivalente a 615 Ton/día. A 2008, existen 43 rellenos sanitarios regionales que atienden a 396 municipios, los 337 municipios restantes (31%) disponen sus residuos en sistemas inadecuados tales como botaderos a cielo abierto, enterramientos, quemas, y cuerpos de agua.

De acuerdo a datos suministrados por la Empresas Públicas de Medellín (EPM) – Aguas del Atrato (2014), mencionan que “actualmente en el sitio de disposición final denominado “botadero Marmolejo”, se disponen de manera inadecuada 26.035 Ton/año de residuos sólidos, generadas por una población de 142.293 habitantes con una tasa de producción per cápita de 0,650 gr/hab/día.(párr. 12). Se estima que la producción de

residuos sólidos urbanos es de aproximadamente 92,49 Ton/día, significa lo anterior, que en Quibdó se producen 2.775 Ton/mensual y 33.300 Ton/año de residuos sólidos, en los que se encuentran incluidos los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, institucionales de establecimientos educativos y el del barrido de calles.

Como se puede observar, la problemática del manejo inadecuado de residuos y su disposición final aún subsiste en muchos municipios del país, debido a la existencia de dos causas: la primera, por la ausencia de educación responsable con el ambiente, dirigida a la ciudadanía de manera permanente y la segunda, por la falta de programas de separación y recolección selectiva de residuos reciclable a nivel urbano, siendo una preocupación para el estado y para las administraciones locales.

Para resolver esta problemática en el Municipio de Quibdó y “encontrar una solución concreta al manejo de los residuos, de forma responsable, sostenible y amigable con el ambiente” Quijada, (2007), se plantea “la implementación de un sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos eficiente, que además de abarcar los elementos funcionales (generación, disposición inicial, recolección, transporte y disposición final) también involucre factores económicos, sociales, culturales, técnicos, administrativos e institucionales. (p. 27).

En ese sentido, se busca a través de este sistema realizar la gestión adecuada de los residuos sólidos urbanos, en el que se combinen los flujos de residuos, los métodos de recolección, el sistema de separación, la valoración y aprovechamiento de los residuos. Mediante la recolección selectiva en origen, por lo que se plantea lograr la minimización de la generación, la maximización de la reutilización, y la comercialización de materiales

reciclables, cuya demanda en la actualidad es ilimitada e insatisfecha, representando un potencial de ingreso para la economía formal e informal. Igualmente, se plantea la construcción de un relleno sanitario controlado, utilizado como sitio de disposición final de los residuos sólidos generados como excedentes.

De allí, el interés del sistema, se centraliza en aportar las medidas que frenen la generación de residuos, al igual que encontrar los medios sociales, económicos y ambientales más adecuados para separar y aprovechar los componentes que tengan valor económico. Con lo anterior, se ayudaría a solucionar el problema de vertido de residuos que se envían al sitio de disposición final, la conservación de recursos naturales, reducción del consumo de energía y del impacto negativo en el ambiente.

En este contexto, se hizo necesario identificar aspectos que dificultan la gestión de RSU en la perspectiva de avance en la superación de los obstáculos con vistas a realizar gestión ambientalmente sostenible de residuos sólidos urbanos en Quibdó. El sistema propuesto, es el resultado de una meticulosa revisión e investigación bibliográfica, organizada a partir de la problemática presentada, que se relaciona con el manejo inadecuado los RSU en la ciudad de Quibdó. A través de este trabajo de investigación se ofrece una propuesta encaminada a la construcción de un sistema local para mejorar las condiciones actuales de la gestión de los RSU. La investigación está estructurada en cinco capítulos con los siguientes contenidos:

**Capítulo Primero:** aborda el problema de investigación, la justificación del trabajo y los objetivos que se buscan al desarrollar este trabajo. También explica la metodología empleada en el desarrollo del trabajo y se presenta el esquema utilizado.

**Capítulo Segundo:** incluye el marco teórico, en él se tratan los conceptos básicos más importantes que intervienen en el sistema.

**Capítulo Tercero:** contiene el diagnóstico, los aspectos críticos y la problemática identificada de la gestión actual, y acciones de mejoramiento. Igualmente, se dan a conocer diferentes aspectos de la ciudad objeto de trabajo tales como: caracterización del área de estudio, contexto legal de revisión a nivel colombiano de normas regulatorias en materia ambiental y de residuos sólidos, ubicación, clima, aspectos demográficos y económicos, descripción geográfica, ecosistemas y zonas de vida, salud pública, servicios básicos, aspectos administrativos y financieros, al igual que los técnicos operativos. Este capítulo también registra temas como: generación de residuos, calidad y composición, estimación prospectiva de la generación, recolección, equipamiento y transporte, disposición final, y propuesta de relleno sanitario como parte de la solución de la problemática expuesta. Aunado, se realiza un análisis de varios aspectos entre ellos: institucionales, sociales, ambientales, sanitarios, técnicos operativos, legales, económicos, financieros, educativos, de salud pública y problemática social existente, lo cual permite tener una visión amplia sobre el manejo que se le da actualmente a los RSU en la ciudad de Quibdó.

**Capítulo Cuarto:** expone la propuesta del sistema, a través de elementos y subelementos funcionales, programas transversales, principios rectores y los lineamientos de políticas generales del sistema, considerados elementos de orientación y apoyo de los entes públicos y privados que se han de desarrollar para la consecución de los objetivos propuestos para mejorar el proceso de gestión establecidos en el sistema.

**Capítulo Quinto:** presenta la evaluación económica del sistema, el estudio de los recursos productivos que han sido afectados y el impacto que se obtendrá con el desarrollo del mismo tales como: beneficios ambientales, sociales, de salud y mejoramiento de la calidad de vida. Se consideran los ahorros generados a partir de la implementación de programas de aprovechamiento de residuos sólidos reciclables, que permiten hacer perceptibles los ingresos, en el aspecto económico, social y ambiental, al desviarse del flujo de la generación, recolección, transporte y disposición final, determinadas cantidades de residuo. La cuantificación de dichos valores, desde la perspectiva económica, es incluir esta información en este tipo de sistema, de manera que cuando se haga uso del ambiente se conozca y se pague el costo que ello representa.

En la sección de **Conclusiones y Recomendaciones** se exponen los aportes realizados a través del “sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos del municipio de Quibdó”. El propósito de la sección es articular las conclusiones de cada uno de los capítulos del trabajo y destacar los hallazgos más importantes de la investigación.

## Capítulo 1.

### El problema de la Investigación

Materan (2010), señala que “por estar ubicado en la región del tapón del Darién, el Departamento del Chocó hace parte de una de las 17 áreas más críticas para la conservación que quedan en el mundo. (p.56). A pesar de tratarse de una región con características tan importantes desde el punto de vista ambiental, no sólo para el país sino para el planeta, el manejo que se da actualmente a los residuos en la ciudad de Quibdó no es el adecuado, como se evidencia en la Figura 1-1.

**Grafica 1-1:** Sitio de disposición final de residuos sólidos de la ciudad de Quibdó.



Fuente: Aguilar, Y. (2010).

La situación es tan crítica que para julio de 2011 se ordenó el cierre del sitio de disposición final de los residuos sólidos generados en la ciudad, y además fue declarada zona en emergencia sanitaria por parte de la Alcaldía Municipal. Las razones anteriores hacen que resulte evidente la necesidad de establecer un sistema de gestión que garantice la sostenibilidad en el manejo de residuos sólidos generados. Sin embargo, para que el sistema sea realmente sostenible ambientalmente se deben considerar las tres dimensiones previamente citadas: la económica, la social y la ambiental.

### **1.1 Preguntas de investigación.**

El problema previamente expuesto plantea las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué características ambientales debe tener el sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos del municipio de Quibdó?
- ¿Qué características debe tener el sistema ambiental de gestión de residuos sólidos del municipio para que sea sostenible?
- ¿Qué aspectos económicos debe considerar el sistema de gestión propuesto?
- ¿Qué implicaciones sociales se deben considerar en la definición del sistema?

### **1.2 Justificación**

La realización del presente proyecto se hace necesaria si tomamos en cuenta las condiciones generadas en el municipio de Quibdó por el inadecuado manejo de los residuos sólidos. Teniendo en cuenta que los residuos sólidos deben manejarse cumpliendo normas técnicas que eviten, mitiguen o compensen los daños que los mismos pueden ocasionar al suelo, la atmósfera, las cuencas hidrográficas, y los demás recursos naturales.



Con la implementación de este sistema se espera contribuir al mejoramiento de la gestión actual de los residuos sólidos, las condiciones de vida de la comunidad local, y reducir los impactos ambientales negativos.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general.**

Proponer las características de un sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos del Municipio de Quibdó.

#### **1.3.2 Objetivos específicos.**

1. Definir las características ambientales que debe tener el sistema de gestión propuesto.
2. Detallar los aspectos económicos del sistema de gestión de residuos sólidos del municipio.
3. Identificar las implicaciones sociales involucradas en el sistema de gestión propuesto.

### **1.4. Metodología**

Este trabajo de investigación se clasifica, según Hernández (2011), “como exploratorio, descriptivo y proyectivo”. (p.43). Siendo exploratorio, debido a que no se conoce trabajo similar realizado en el municipio de Quibdó, descriptivo porque realiza una descripción pormenorizada de diversos hechos y fenómenos relacionados con los procesos de generación, separación, reutilización, reciclado, transporte y disposición final en el municipio de Quibdó, sus efectos económicos, sociales, ambientales, técnicos, de salud, entre otros, así como la necesidad de optimizarlos. Proyectivo, porque intenta dar

soluciones a una situación determinada, implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio.

En cuanto a la metodología requerida para el desarrollo del trabajo propuesto se incluyeron aspectos tanto cualitativos como cuantitativos. Los cualitativos se refieren especialmente al desarrollo de los objetivos relacionados con el componente ambiental y social del sistema de gestión de residuos sólidos. En los cuantitativos, se desarrollaron tareas en las que se realizaron mediciones, cálculos y tecnologías.

El procedimiento técnico utilizado en este trabajo será a través de revisión de literatura, en este sentido Hernández (2011), establece que “el trabajo es desarrollado a partir del material ya existente, que consiste principalmente de libros y artículos científicos. (p.67). Este autor también señala que, en su mayoría, los estudios de naturaleza exploratorio se pueden definir como de búsqueda en la literatura, ya que no tienen precedentes basándose en lo anterior, el esquema utilizado fue el siguiente:

- Recopilación de fuentes de información: primarias y secundarias. Las primarias se refieren a personas relacionadas con elementos funcionales, generación y separación de los residuos representados por amas de casa, empleadas domésticas y personas de aseo y mantenimiento de entidades públicas, privadas y comercio, de las que se adquirió la información relacionada con días de recolección, cantidad de residuos, separación de residuos, etc. Reciclaje, constituidos por recicladores y por dueños de bodegas de reciclaje del cual se obtuvo la información de materiales reciclados y reutilizados, precio de compra, lugares de venta. Transporte obtenida de administración, obreros y escobitas de EPM con los que se consiguió

- información de número de obreros, escobitas y rutas en Quibdó y que colaboraron en la etapa de investigación obteniendo de ellos información real y actualizada de manera directa. Fuentes secundarias: libros, revistas, tesis de grado de maestría y doctorado que se anotan en la bibliografía.
- Elaboración del Diagnóstico de la situación actual
- Examen Bibliográfico
- Estudio de temas similares y experiencias exitosas
- Elaboración del sistema y escogencia de alternativas
- Elección del sistema.



## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

Para abordar la gestión de los residuos sólidos municipales no es suficiente conocer los aspectos técnicos de la recolección, la limpieza de calles y la disposición final. Según Tchobanglous (1993), “el sistema de gestión de desechos se requiere aplicar los conceptos relacionados con financiamiento de los servicios, enfoques de descentralización y mayor participación del sector privado, los factores concomitantes de salud, de ambiente, de pobreza en áreas marginales urbanas, de educación y de participación comunitaria. (p.90). Aunque existen diversos términos y definiciones para designar a los residuos sólidos (desechos, desperdicios, basuras) las diferencias entre una y otra definición parecen ser más de fondo que de forma. Sin embargo existe un consenso en que los residuos sólidos constituyen la parte que no se utiliza o consume de algún producto o mercancía.

### **Sistema de Gestión de RSU.**

En Colombia, la competencia de proveer los servicios de limpieza urbana, en el ámbito local, es el municipio, el cual tiene la responsabilidad de administrar, financiar y operar los servicios que integran la gestión de los RSU. Tienen también la función específica de normalizar la gestión de RSU, identificando en cada elemento funcional del sistema de gestión que desarrolla, las relaciones y los aspectos esenciales implicados y comprenderlos claramente. La separación de elementos funcionales que componen un sistema, son importantes porque permiten el desarrollo de un marco donde se puede evaluar los impactos de los cambios producidos y los adelantos tecnológicos y es aquí donde nacen o se desprenden los diferentes modelos y / o sistemas de gestión conocidos



los cuales se pueden adaptar funcionalmente de acuerdo a las condiciones o características del lugar o localidad. El sistema de gestión de los RSU puede resumirse entonces en las siguientes etapas:

### **Generación.**

- Manipulación, almacenamiento y procesamiento en origen
- Recolección
- Separación, procesamiento y transformación
- Transferencia y transporte
- Disposición final segura

El sistema utiliza elementos funcionales para optimizar el proceso de gestión de los RSU, teniendo en cuenta la interacción entre los elementos del proceso de Gestión de RSU y cómo son afectadas internamente, de acuerdo a la selección de alternativas tecnológicas diversas.

La aplicación del sistema presentado en este trabajo tiene las siguientes ventajas: este sistema describe en el marco de los elementos funcionales aspectos esenciales del proceso de gestión de RSU, que están influenciados por comportamientos sociales (clasificación previa en domicilio, educación y difusión del proceso de Gestión de RSU, comercialización de productos reciclados). El sistema propuesto, por las características y las interacciones planteadas, se resuelve diseñando un proyecto adecuado a cada realidad subyacente en los elementos funcionales del proceso de gestión de la ciudad o área de estudio. Además permite obtener una secuencia óptima para la gestión de RSU, a partir de

información mínima disponible, constituyéndose en una herramienta de planificación, Ortiz (2010).

### **Gestión de RSU.**

Ortiz (2010), menciona que los RSU como “los residuos producidos en los domicilios particulares, comercio, oficinas y edificios públicos”. (p.87). Estos se suelen clasificar en residuos domiciliarios y residuos comerciales. Por su parte Rodríguez (2010), expresa que “la unión de diferentes métodos, contemplada conjuntamente y ordenada jerárquicamente, se suele denominar gestión integral de los residuos sólidos urbanos (GIRS)”. (p. 45). Esta aseveración permite dividir esta gestión en cuatro fases: la pre-recogida, la recogida, el transporte y el tratamiento. La fase de pre-recogida tiene que ver con la forma como se generan, se manipulan, se almacenan, y se separan en la fuente dichos residuos, por lo que refieren especialmente al agente generador de los residuos, cuyo adecuado comportamiento es determinante para que los demás eslabones puedan operar adecuadamente.

En la fase de recogida y transporte es en la que usualmente se demandan las mayores inversiones debido al costo de los equipos requeridos para recorrer las poblaciones y ciudades para garantizar la cobertura necesaria; esta fase involucra a los organismos del estado, ya sea que se encarguen de manera directa de su atención o que lo hagan por medio de contratistas privados. La fase de tratamiento se refiere a las actividades y procedimientos que buscan garantizar una disposición final adecuada, con el conveniente manejo de los riesgos ambientales, lo que puede hacerse ya sea por incineración o mediante rellenos sanitarios.



Sobre este particular, Albarrán (2010), concluye en “que existen tres principios básicos para alcanzar las: 1) coordinación entre los aspectos funcionales de la reducción en la fuente, la segregación, recolección, distribución y disposición final; 2) coordinación en espacio y en tiempo de las actividades de manejo de residuos y 3) trabajo conjunto entre las instituciones estatales y privadas, enfocadas en unos mismos objetivos y en unas mismas políticas para el manejo de los residuos, por lo tanto, la articulación de acciones normativas, financieras, de planeamiento, administrativas, operacionales, sociales, educativas, de evaluación de control y de salud, en todas las etapas del manejo de los RSU se hacen necesarias, a fin de alcanzar beneficios ambientales y de salud, optimización económica del manejo y aceptación social, respondiendo así a las necesidades locales y regionales. De igual manera Jaramillo (2008), asevera “que se debe tener presente estos niveles, para establecer estrategias articuladas que permitan que el concepto de sostenibilidad se incluya en lo social, ambiental, económico y de salud para el manejo integral y articulado de los residuos sólidos”. (p.12).

El concepto de gestión hace referencia a las decisiones que deben tomarse y las actividades que deben realizarse sobre todo el ciclo de los residuos y cada una de sus etapas a saber: generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. Gallardo (2006), describe cada una de las etapas del ciclo de gestión de residuos sólidos en los siguientes términos:

- ***Generación de residuos.*** Permite dimensionar el problema de la gestión según las cantidades generadas, la composición, las variaciones temporales, etc., los cuales son datos necesarios para el diseño de las etapas posteriores.

- **Disposición inicial.** Supone las actividades de separación, el almacenamiento y el procesamiento en el sitio de origen, hasta que los residuos son depositados en el punto de recogida. Esta gestión es realizada por el generador de residuos y permite establecer unas mínimas condiciones que hagan posible la recogida en condiciones higiénico-sanitarias.
- **Recolección.** Comprende las labores de carga y transporte de los residuos desde las áreas de aportación hasta la estación de transferencia, vertedero o lugar de tratamiento.
- **Transporte.** Es la actividad por medio de la cual los residuos se alejan de la zona de generación; comprende el traslado desde la zona de recogida hasta el lugar de tratamiento o eliminación. Este elemento funcional depende de las necesidades específicas de cada población y del volumen de residuos generados.
- **Tratamiento.** Comprende los procesos de separación, procesamiento y transformación de los residuos. La separación y el procesamiento se realizan en instalaciones de recuperación de materiales, donde los residuos llegan en masa o separados en el origen, y pasan por una serie de procesos: separación de voluminosos, separación manual de componentes, separación mecánica y empaquetado, obteniéndose una corriente de productos destinada al mercado de subproductos y otra de rechazo destinado al vertido o tratamiento térmico. Los

procesos de transformación se emplean para reducir el volumen y el peso de los residuos y para obtener productos y energía reutilizables.

- **Disposición final.** Es el elemento que reúne todas las actividades relacionadas con el destino final de los residuos y excedentes de instalaciones de transformación y procesado, normalmente vertederos controlados.

Sólo abordando la gestión de los residuos desde la totalidad de estas etapas como único sistema se podrán encontrar las soluciones puntuales que deriven en un sistema de gestión de residuos ambientalmente adecuado.

### **Gestión Integral de los RSU.**

En Colombia, a través de la Política Nacional de los residuos sólidos se tomaron aspectos instituidos en el ámbito internacional, como el establecimiento de varias etapas jerárquicamente definidas para un manejo integral de los residuos sólidos, reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, tratamiento y transformación y disposición final controlada. El eslabón determinante de esta cadena es el generador de residuos, dado que cada kilo que se evite generar implica reducciones en toda la cadena de gestión, pues se evita su almacenamiento, selección, transporte, disposición final, además de los daños que pudiera causar si se genera.

El diseño de la política ambiental, contempla la implantación de la gestión integrada de residuos sólidos GIRS, como termino aplicado a todas las actividades asociadas en el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad y su meta es administrarlos de una forma compatible con el ambiente y la salud pública. La OPS (2005), define la

gestión integral de los residuos sólidos, como “un conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeamiento, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para la administración de los residuos”. (párr. 43). Desde su generación hasta su disposición final, a fin de obtener beneficios ambientales, optimización económica de su administración y aceptación social, respondiendo a necesidades y circunstancias de cada localidad y región.

### **Componentes Técnico Operativos de la GIRS.**

Las operaciones técnicas asociadas a la GIRS, están interrelacionadas entre si y deben aplicarse en cada fase de generación de los RSU. Actualmente se realiza en el municipio de Quibdó el manejo no integrado de los RS, el cual presenta una diferencia significativa de este manejo con el integrado, y radica en que la gestión integrada está ligada a los principios del desarrollo sostenible que según Owen (1986), “está centrado en la preservación de la salud humana y la mejora de la calidad de vida de la población”. (p. 23). De igual manera, también está centrado en el cuidado del ambiente y la conservación de los recursos naturales, realidad que no se da en la ciudad de Quibdó, debido a que las técnicas, tecnologías y programas de manejo para lograr la gestión de residuos de forma ambientalmente correcta es pequeña. De allí que se hace necesario diseñar un sistema de gestión de residuos sólidos adaptados a las condiciones ambientales locales procurando aplicar el concepto de gestión ambiental sostenible, promoviendo en la comunidad un cambio cultural en las pautas sostenibles de producción – consumo y gestión que deberán estar acompañados de una supervisión y evaluación permanente para controlar que los objetivos y metas se estén cumpliendo y puedan realizarse los cambios de manera oportuna.

Por consiguiente a nivel ambiental, se han tomado diferentes directrices que permitan establecer estrategias para minimizar los daños que causa la contaminación causada por la mala disposición de los desechos sólidos, por lo que en los diferentes congresos de estados se establecen tratados que favorezcan la gestión integral de desechos sólidos, a través de la operabilidad de las 3R: Reducir, Reciclar y Reutilizar, con el objeto de darle un uso útil a aquellos productos que fueron desechados, manteniendo así la conservación y preservación del ambiente. Utilizando para ello, las tres jerarquías expresadas por Camargo (2010), “que orientan la actuación tendiente a la gestión de residuos sólidos, como son: la reducción en el origen, el reciclaje y la incineración y el vertido”. (p.63)

***La GIRS contempla las siguientes etapas jerárquicamente definidas.*** Reducción en el origen; aprovechamiento y valorización; tratamiento y transformación; disposición final controlada.

- ***Reducción en el origen.*** La reducción en el origen está en el primer lugar en la jerarquía porque es la forma más eficaz de reducir la cantidad y toxicidad de residuos, el costo asociado a su manipulación y los impactos ambientales.
- ***Aprovechamiento y valorización.*** El aprovechamiento implica la separación y recogida de materiales residuales en el lugar de su origen; la preparación de estos materiales para la reutilización, el reprocesamiento, la transformación en nuevos productos, y la recuperación de productos de conversión (por ejemplo, compost) y energía en forma de calor y biogás combustible. El aprovechamiento es un factor importante para ayudar a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir

la contaminación ambiental. Además, el aprovechamiento tiene un potencial económico, ya que los materiales recuperados son materias primas que pueden ser comercializadas. En consecuencia la primera acción sobre los residuos generados es valorarlos y aprovecharlos.

- **Tratamiento y transformación.** La transformación de residuos implica la alteración física, química o biológica de los residuos. Típicamente, las transformaciones son utilizadas para mejorar la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión de residuos.
- **La disposición final controlada.** Por último, la materia residual que queda después de la separación de residuos sólidos en las actividades de recuperación de materiales se convierte en residuo en formas definitivas y estables, mediante técnicas seguras. En conclusión, un sistema de gestión Integral de residuos sólidos municipales debe incluir: acciones de reducción en el origen, un sistema óptimo de recolección de residuos, separación y clasificación eficiente, así como acciones de reciclaje de materiales, tratamiento y disposición final en un sitio bien diseñado en términos de ingeniería sin crear incomodidades o peligros para la salud humana o la salud pública, tales como la reproducción de fauna nociva, y la contaminación de aguas subterráneas.

Así lo muestra de manera gráfica Varón (2005), en la Figura 1-1, la reducción en la generación ocupa la posición más alta en la jerarquización de los procesos involucrados con la gestión integral de los residuos sólidos.

**Figura 1-1: Jerarquización de la gestión de residuos sólidos**



**Fuente:** Elaboración propia con información de Varón (2011).

### **2.1 Definición de Residuos sólidos urbanos.**

Según Martínez (2010), “son todos aquellos residuos o materiales generados por una comunidad, exceptuando los residuos industriales y agrícola”. (p.43). Estos residuos son generados por las residencias, comercio, instituciones, mercados, colegios, universidades y otros. Se suman los resultantes de las actividades de la limpieza de vías, áreas públicas, zonas verdes y de recreación, y los residuos resultantes de reparaciones domésticas y obras de construcción. Su gestión es responsabilidad del municipio o de otra autoridad del gobierno.

Por su parte Bonmati (2008), los define como “residuos producidos en los domicilios particulares, comercios, oficinas y edificios públicos”. (p.81). A su vez estos se pueden clasificar en residuos domiciliarios y residuos comerciales. El decreto 1713 de Ministerio

de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2002, define a estos como “cualquier objeto material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final.

Los residuos sólidos se clasifican según su origen, su composición física y su valor económico. Según su origen, se clasifican en residencial, comercial, industrial, hospitalario, construcción y agrícola. De igual manera el mismo decreto los sub-clasifica en residuos aprovechables y en residuos no aprovechables. Residuo Aprovechable: Cualquier material, objeto, sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero se puede incorporar nuevamente a un proceso productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, tales como: materiales orgánicos, alimenticios, papel, cartón, plásticos, metales, textiles, vidrio, cuero etc., o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos. Residuo No Aprovechable: Todo material o sustancia que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación a un proceso productivo, no tienen ningún valor comercial, por tanto requieren disposición final debido a que por sus condiciones de origen pueden afectar o alterar ostensiblemente el medio ambiente. Según su composición física se clasifican como materias orgánicas e inorgánicas y de acuerdo con su valor económico, se clasifican en material recuperable y material desechable.



## **2.2 Sostenibilidad o sustentabilidad ambiental.**

Antes de abordar esta temática, es imprescindible realizar distinción entre el término sostenible y sustentable. Aun, cuando se considera que el término "sustentable" es un anglicismo, ya que proviene de la palabra inglesa "sustainable" y por lo tanto se debería usar "sostenible", en la actualidad ambos términos, según Artigas (2010) “son utilizados indistintamente con igual significado”. (p.67). Por todos los que de alguna manera están involucrados en la temática ambiental de acuerdo con ésta presentación, fundamentada en el lenguaje, léxico y semántica, ambos términos, son sinónimos, lo que da la posibilidad de usarlo indistintamente, sin la condición de regla alguna.

La sostenibilidad ambiental es el objeto del presente trabajo de investigación, por lo tanto requiere ser analizada a partir de las transformaciones surgidas en la interacción sociedad-naturaleza y sus patrones funcionales de transformación ambiental. Dichas transformaciones están sucediendo, actualmente, en escenarios a nivel global. El cambio global en su totalidad y su dinámica representa un sistema complejo de esa interacción. Desde la cumbre de la tierra de Río en 1992, “la comunidad internacional reconoció que los patrones actuales del desarrollo económico, ambiental y social no eran sostenibles”. (párr. 65). De igual manera plantean que “el conjunto de estos desarrollos conducen al llamado cambio global (CG), un proceso que evolucionó no solamente a nivel global, sino también a nivel regional y local”. (párr. 76). De aquí, que el estado ambiental de las ciudades es una preocupación mundial cada vez más sentida, debido a la drástica manifestación de los impactos ambientales negativos, que inciden directamente sobre el paisaje natural del territorio y sobre la calidad de vida de las personas, poniendo en riesgo la sostenibilidad urbana y su calidad ambiental.

El principio de sostenibilidad está basado en dos conceptos: La ciencia de la sostenibilidad y la ciencia ambiental Artigas (2010). Significa lo anterior, que el reto de la sostenibilidad está en buscar un desarrollo más equilibrado entre las necesidades de los individuos, el cuidado de los recursos naturales, el medio ambiente presente y el futuro. Esta situación, evidencia la importancia de propender por un ambiente sano en gran medida posible a través de ejercicios de planificación ambiental urbana y ordenamiento territorial participativos, que según el mismo autor “posibiliten el normal desarrollo humano y la sostenibilidad ambiental entendida como “la viabilidad de una actividad (o de un conjunto de actividades, de un proceso, de toda una sociedad, etc.) en el tiempo, esto es, su posibilidad de pervivencia en el futuro sin comprometerlo o situarlo en condiciones precarias”.(p.44).

En el esquema de Holling (2005), mantiene que “la sostenibilidad ambiental no es lo mismo que inmovilidad ambiental, aunque a veces se le defina como mantenimiento del sistema en un estado de valor fijo, ello no es científicamente correcto”. (p.98). En efecto, hasta los sistemas vírgenes están en permanente variación, lo que involucra la destrucción y renovación de sus componentes, adaptándose a los cambios de sus ambientes y coevolucionando con ellos. Todos los sistemas vivos son cambiantes y lo fundamental no es eliminar los cambios, sino evitar la destrucción de las fuentes de renovación, a partir de las cuales el sistema puede recuperarse, de las inevitables tensiones y perturbaciones a las que está expuesto debido a su condición de sistema abierto.

Por su parte, en la perspectiva de Gallopin (2005), menciona que “lo que ha de sostenerse es el proceso de mejoramiento de la condición humana, o mejor, del sistema sociológico”. (p.88). entendiéndose el anterior enunciado, como un sistema formado por

un componente (subsistema) societal (o humano) en interacción con un componente ecológico (o biofísico). Puede ser urbano o rural y puede definirse a diferentes escalas, desde lo local a lo global y la manera en que se relacionan recíprocamente.

Por otra parte Tapia, (2008) sostiene que "la sostenibilidad ambiental surge como una necesidad de instaurar la naturaleza en la teoría económica y en las prácticas de desarrollo con prácticas ecológicas y de producción para asegurar la supervivencia y un futuro para la humanidad. (p.67). Por su parte, Atuve (2010), afirma que la sostenibilidad es "la búsqueda de la eficiencia y eficacia económica, social y ambiental con el objetivo de satisfacer las necesidades, incitando a la población actual, sin dejar de lado las de las generaciones futuras". (p.79).

La sostenibilidad ambiental entonces, además de requerir la permanencia en el tiempo y espacio, retroacción y mejoramiento continuo, implica la búsqueda de un adecuado equilibrio entre cada uno de sus pilares. La sostenibilidad ambiental deberá: "garantizar en tiempo y espacio, por un lado, la dotación de recursos naturales y de servicios ambientales y, por otro, que las actividades humanas sean realizadas en armonía con las leyes de los sistemas naturales de manera que se preserve la integridad de los procesos que rigen los flujos de energía, materia y biodiversidad de los ecosistemas" Atuve (2010) estos deberán analizarse en el contexto de las interrelaciones sociedad-naturaleza, pues la sociedad no "está solamente funcionando como agente de cambio, sino que está respondiendo a las condiciones ambientales cambiantes" Atuve (2010). Análogamente, el concepto de sostenibilidad requiere entonces, considerar como factor clave del desarrollo global y local la temática ambiental y su compatibilidad con los aspectos ecológicos, sociales y

económicos, lo anterior indica una afinidad profunda entre los tres ámbitos, correlación que ha determinado el desarrollo de la humanidad desde sus inicios.

De allí que Sachs (1986), establece cinco medidas principales de sostenibilidad: social, la económica, ecológica, geográfica y cultural:

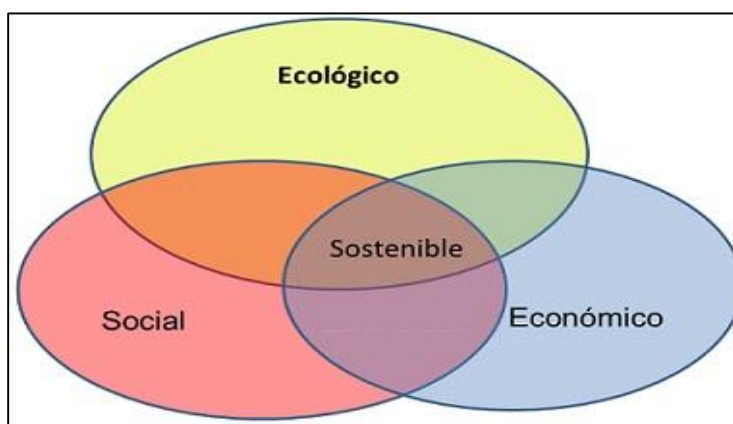
- a) **Sostenibilidad social.** Su objetivo principal es la construcción de una civilización que permite una distribución de la riqueza más equitativa, reducir las diferencias sociales;
- b) **Sostenibilidad económica.** Mejor asignación de recursos y una gestión eficiente por un flujo regular de la inversión pública y privada. La eficiencia económica debe medirse con el equilibrio macro-social y no la rentabilidad de la microempresa;
- c) **Sostenibilidad ecológica.** Pretende el uso consciente de los recursos no renovables y sustitución por recursos renovables, el uso limitado de ecosistemas y minimizar el deterioro. Promover técnicas de producción más limpia, racionalizar el consumo, preservar recursos naturales y fuentes de energía, crear programas de protección del medio ambiente;
- d) **Sostenibilidad geográfica.** Es la forma de evitar la concentración geográfica poblaciones, la actividad y el poder. Encontrar un equilibrio rural-urbano que permite la sostenibilidad del espacio;
- e) **Sostenibilidad cultural.** Actuaciones que afectan a la defensa de cada ecosistema, cada cultura de cada lugar, la promoción de soluciones y la apreciación de las diferentes culturas.

El concepto de sostenibilidad mencionado constituye el marco más amplio denominado sostenibilidad del desarrollo, que consta de varias dimensiones, dentro de las cuales lo ambiental, cumple la función de garantizar la sostenibilidad ambiental del

desarrollo. De igual manera Atuve (2010), afirma que “Esta representa la base natural sobre la que se sustenta el desarrollo, es decir, de un lado las posibilidades ecosistémicas para generar bienes y servicios ambientales y del otro, las posibilidades culturales para entender aprovechar y proteger responsable y sosteniblemente al medioambiente”. (p.56). En este orden de ideas, el paradigma ambiental exige ver al desarrollo como algo intrínseco a la propia esencia del ambiente. En el caso específico de la disposición de los residuos, la sostenibilidad ambiental supone que la disposición final se realice considerando los efectos causados sobre el ambiente, que tiene como propósito neutralizar o compensar efectos nocivos, a mediano y largo plazo y sus efectos netos sean nulos o positivos. Se pretende de esta manera implementar estrategias de gestión encaminadas a orientar a todos los actores hacia comportamientos ambientales más responsables y desplegar de manera progresiva conductas eficaces en el uso de los recursos.

Por otro lado, cuando se evalúa un proyecto, éste debe viabilizarse simultáneamente desde los puntos de vista económico, social y ecológico. De esta forma se estará evaluando integralmente su sostenibilidad, tal como se observa en la Figura 2-2.

**Figura 2-2:** Criterios relacionados con la sostenibilidad



**Fuente:**Gomez,(2010)

### **Capítulo 3**

#### **Diagnóstico de la gestión actual de los RSU.**

La implementación de una política de gestión ambientalmente adecuada de los residuos sólidos, supone la necesidad de un mayor conocimiento de la problemática de los mismos. Según Gallardo, (2010), el diagnóstico de la situación actual “es una herramienta base para la toma de decisiones con respecto a la implementación del sistema propuesto, al aportar la información requerida para determinar las estrategias de gestión adecuadas. (p.67). Al abordar el tema sobre la gestión de RSU es imperioso, realizar estudios que aporten una mínima información. En concordancia con lo anterior se deberán identificar, flujos de los residuos, cuantificarlos, caracterizarlos, determinar causas y fuentes de su generación, así como el costo de su gestión. También estudiar sus elementos funcionales, generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final en profundidad y establecer el impacto ambiental de cada uno de los mismos. De igual manera “establecer una clasificación técnicamente correcta, ambientalmente adecuada, socialmente aceptada, económicamente viable y políticamente posible” (p. 45). Conocer la situación actual del municipio, servirá de punto de partida para el sistema de gestión que se pretende implementar, siendo factible desarrollar programas compatibles con las características locales que incluyan actividades de minimización, reuso y reciclaje (p.78).

### 3.1 Caracterización del área de estudio.

Actualmente, uno de los principales problemas ambientales que se presenta en la gran mayoría de los municipios chocoanos, es la recolección y la incorrecta disposición de sus residuos sólidos. Según proyección 2014 de la población a partir del censo (DANE, 2005), en Quibdó el problema de residuos sólidos se agudiza al ser la primera entidad territorial más poblada del departamento del chocó con una población de 115.517 habitantes. (párr. 76). A nivel nacional, Quibdó ocupa el puesto 45 de los 1.119 municipios que hay en Colombia y representa un 0,2632% de la población total del país. Sumado a lo anterior, “actualmente posee el mayor botadero a cielo abierto del país, con el más bajo índice de aprovechamiento y reciclaje de residuos en ciudades medias del país”. (p.78). Debido a la escasa cultura de manejo, ha venido causando deterioro progresivo de la calidad de vida y conservación del ambiente de sus habitantes. Este autor señala que el manejo inadecuado de estos residuos ha traído como consecuencia, definiéndolas de la siguiente manera:

- ***Aumento de enfermedades.*** Provocadas por vectores sanitarios relacionados con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos.
- ***Contaminación de aguas y acuíferos.*** La disposición no apropiada de residuos ha causado la contaminación de cursos superficiales y subterráneos de agua, además de contaminar la población que habita en el entorno.
- ***Contaminación atmosférica.*** El material generado por la quema, y los olores generados por los residuos en los sitios de recolección y disposición final, son causantes de contaminación atmosféricas.

- **Contaminación de suelos.** Los suelos del botadero abierto y áreas próximas han sido alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos lixiviados dejándolos inutilizados por largo tiempo.
- **Problemas paisajísticos y riesgo.** La acumulación de residuos ha traído consigo un impacto paisajístico negativo, dañando la imagen de la ciudad, también el alto riesgo de producirse accidentes por explosiones debido a la producción y mal manejo del gas metano.

### **3.2 Contexto Legal.**

Colombia cuenta con un marco normativo extenso, que contiene todos los aspectos relacionados con la problemática ambiental, también del manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos. Dentro de este marco legal, se tienen los contenidos en la carta magna, específicamente en los artículos 311,313 y 365, que establecen, la responsabilidad de los municipios como determinador de la prestación de servicios públicos, y los concejos municipales reglamentar las funciones y asegurar la eficiente prestación de servicios a todos los habitantes de su jurisdicción. Abarcan también, leyes, decretos, resoluciones, instructivos etc., que reglamentan la gestión de residuos sólidos y regulan los derechos y deberes de los habitantes del país con relación al ambiente, se detallan a continuación:

#### **3.2.1 Normas Regulatorias de Carácter General.**

- Artículo 311 C.P de Colombia. Determina que, el municipio como entidad fundamental de la división político-administrativa del estado le corresponde prestar los servicios públicos que determine la ley.



- Artículo 313 C.P de Colombia, inherente a los concejos municipales para reglamentar las funciones y la eficiente prestación de los servicios a cargo del municipio.
- Artículo 365 C.P de Colombia. Establece, que los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado y es su deber la prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional (Constitución política de Colombia,1991)

### 3.2.2 Normas Regulatorias de Carácter Sanitario y Ambiental

De igual manera, se han expedido también, normas relacionadas con el servicio de aseo, los residuos sólidos y protección del ambiente, relacionadas cronológicamente:

- **Decreto de Ley N° 2811, 1974** o Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. En su título III “*De los residuos, basuras, desechos y desperdicios*” consagra algunas reglas para el manejo de los residuos, enunciando en el Artículo 34, los principios para la prevención, sustitución, minimización y gestión de los residuos. “Se busca mediante este decreto, incentivar la investigación científica para desarrollar nuevos métodos para el tratamiento, recolección, aprovechamiento y disposición final de las basuras que permitan mitigar los impactos nocivos de estas actividades sobre el ambiente y el hombre”. (Colombia Diario Oficial, 1974)
- **Ley N°9 del Código Sanitario Nacional, 1979.** Compendio de normas sanitarias para la protección de la salud humana. En el título I establece “los procedimientos y medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de

residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente (Colombia Diario Oficial, 1979).

- **Ley N° 99, 1993.** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Publico 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, establece principios normativos básicos aún vigentes, orientados a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios. Como funciones del Ministerio está, regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales (Colombia Diario Oficial ,1993)
- **Ley N° 142, 1994.** Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios. Esta ley regula la prestación del servicio público de aseo. También se aplica a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos (Colombia Diario Oficial, 1994)
- **Ley N° 430, 1998.** Se establece en ella, la gestión integral como principio en la legislación colombiana y establece principios de minimización de residuos y reducción de impacto (Colombia Diario Oficial, 1998)
- **Ley N° 632, 2000.** Ley modificatoria de las leyes 142 y 143 de 1994, amplió la definición del servicio público de aseo para incluir en ella actividades como la

transferencia, tratamiento y aprovechamiento de los residuos producidos por la ejecución de tal actividad (Colombia Diario Oficial, 2000).

- **Ley N° 1259, 2008.** La misma tiene como finalidad crear un instrumento que fomente la cultura ciudadana sobre el adecuado manejo de residuos sólidos y escombros, previendo la afectación del ambiente y la salud pública, mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos; así como propiciar el fomento de estímulos a las buenas prácticas ambientalistas (Colombia Diario Oficial, 2008).
- **Decreto N° 2104, 1983.** Compendio de 224 artículos, mediante los cuales se regula la disposición de residuos sólidos y todos los componentes del servicio a partir de las dos modalidades básicas de prestación (ordinario y especial) (Colombia Diario Oficial, 1983)
- **Decreto N° 0196, 1989.** Esta reglamenta los decretos-leyes 3069 de 1968 y 149 de 1976 estableciéndose en él, la estructura nacional de tarifas para el servicio de aseo. En su artículo 2 establece la definición del servicio de aseo: “Servicio que comprende las actividades de entrega, recolección, transporte, transferencia, tratamiento, disposición sanitaria y recuperación de desechos sólidos, así como el ornato, barrido y limpieza de vías y áreas públicas” (Colombia Diario Oficial, 1989)
- **Decreto N° 605, 1996.** Por medio del cual, se establecen los lineamientos básicos para la adecuada prestación del servicio de aseo iniciando con la generación, almacenamiento, recolección y transporte, hasta su disposición final. Igualmente

las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo (Capítulo I del título IV) (Colombia Diario Oficial, 1996)

- **Ley de Política Nacional para la gestión Integral de Residuos, 1997.** Expedida por el Ministerio del Medio Ambiente. Contiene el diagnóstico de la situación de los residuos y, los principios específicos: Gestión integrada de residuos sólidos, análisis del ciclo del producto, gestión diferenciada de residuos aprovechables, responsabilidad, planificación y gradualidad, objetivos, metas, estrategias y el plan de acción. El mismo, establece como principio primordial la reducción en el origen, aprovechamiento y valorización, el tratamiento y transformación y la disposición final controlada, teniendo como objetivo fundamental "frenar o minimizar" de forma eficiente, la cantidad de los que llegan a los sitios de disposición final (Colombia Diario Oficial, 1997)
- **Decreto N° 891, 2002.** Proferido por el Ministerio de Desarrollo Económico, se ocupó de reglamentar y definir de manera mucho más precisa y técnica los alcances de los servicios ordinario y especial de aseo (Colombia Diario Oficial, 2002)
- **Decreto N° 1713, 2002.** Elaborado por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Reglamenta la prestación del servicio de aseo público y establece la obligatoriedad de implementar el plan de gestión integral de residuos

sólidos municipales, en la que han de tener en cuenta los parámetros ambientales y sanitarios que lleva implícito el servicio de aseo (Colombia Diario Oficial, 2002)

- **Decreto N° 1505, 2003.** Elaborado y expedido por la Presidencia de la República de Colombia. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 relacionado con los planes de gestión integral de residuos sólidos (Colombia Diario Oficial, 2003)
- **Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003.** Elaborada y expedida por el Ministerio 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, y se toman otras determinaciones (Colombia Diario Oficial, 2003)
- **Decreto N° 838, 2005.** Elaborado y expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, se emiten consideraciones ambientales sobre rellenos sanitarios, el fomento a la regionalización de los rellenos sanitarios y se dictan otras disposiciones (Colombia Diario Oficial, 2005)
- **Decreto N° 3695, 2009.** Expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Por el cual se reglamenta, en la Ley N°1259 sobre comparendo ambiental (Colombia Diario Oficial, 2009)

Al realizar un análisis del marco legal, se concluye, que a pesar de haberse expedido en el país normas relacionadas con la GIRS y legislación ambiental, en muchos casos, es insuficiente la legislación específica referente a la gestión de RSU. La carencia de reglamentos específicos, de normas de referencia debidamente estructuradas y de instituciones reguladoras que se hagan responsables para el acompañamiento y control de

estas normas, son el principal vacío que impide la aplicación correcta de las leyes ambientales y relativas a la gestión de residuos sólidos que prevalecen en el sector.

Actualmente, la legislación existente en el sector se encuentra dispersa en varias normas, lo que dificulta la implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos en Quibdó, además de obstaculizar su efectividad por falta de complemento entre las distintas disposiciones jurídicas, también, por la transposición de competencias o contradicciones entre las mismas.

Con base a lo anterior, se puede afirmar que las diferentes normas expedidas a nivel nacional, no han coadyuvado a la gestión de los residuos urbanos en la ciudad de Quibdó, tampoco se han obtenido los impactos que la legislación buscaba, debido a que no habido integración entre los organismos de gobierno y entidades ambientales, para asumir de manera responsable el control de la problemática generada y lograr su adecuado y racional manejo.

### **3.3 Quibdó.**

Según la Alcaldía de Quibdó, (2013), la “Capital del Departamento del Chocó, está ubicada en el margen derecha del río Atrato, a una altitud de 43 metros sobre el nivel del mar, a 2°- 30” de longitud con relación al meridiano de Bogotá”. (párr. 45); considerada una de las regiones más lluviosas del mundo. El municipio está constituido por 27 corregimientos y 14 resguardos indígenas.

#### **3.2.3 Aspectos demográficos y Urbanos.**

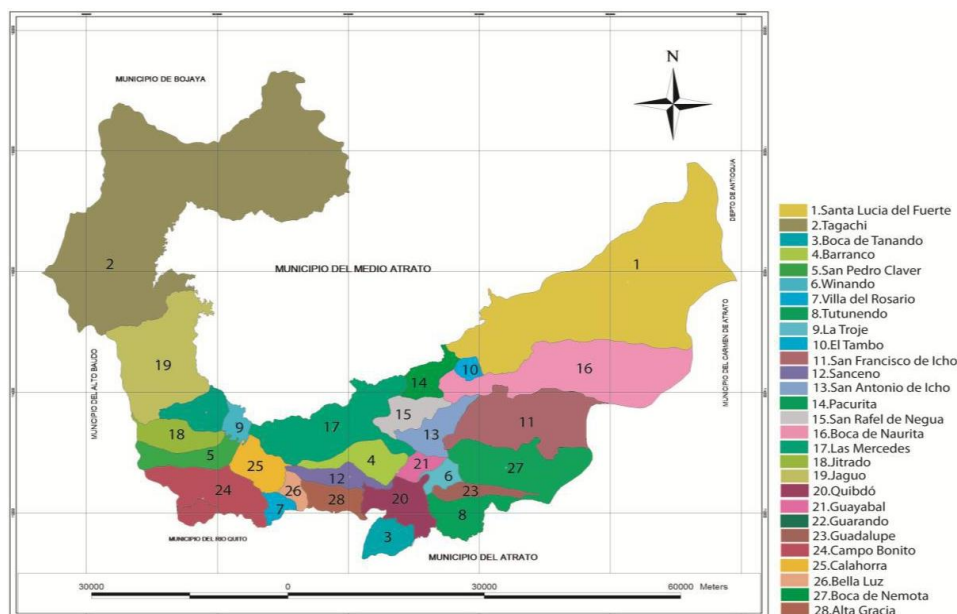
En este mismo orden de ideas, según (DANE, 2005), Quibdó, posee “actualmente una población estimada de 162.803 habitantes, incluida la población desplazada, de los cuales 148.151 están localizados en el área urbana es decir el 91% y 14.652, en zona rural o sea el

9%. “(párr. 23). Del total de la población el 54% son mujeres y el 46% son hombres. “La densidad demográfica es de 37,05 hab/km<sup>2</sup>. Calidad de vivienda, índice de servicios públicos y el nivel educativo se encuentra por debajo del promedio nacional. Actualmente la población con NBI corresponde al 89,46%, una de las más altas del país”. (párr. 45). La composición etnográfica de la ciudad es: afrocolombianos el 95,3%, mestizos y blancos 2,3% e indígenas el 1,4%

#### **3.2.4 Ubicación y Clima.**

La cabecera Municipal de Quibdó, se halla a 5°41'16" de latitud norte y 76°39'40" de longitud esto respecto al meridiano de Greenwich. Según información suministrada por la Alcaldía de Quibdó, (2013), “su temperatura media es de 28° C. Limita al norte con el municipio del medio Atrato, sur con los municipios de Atrato y rio Quito, oriente con el municipio del Carmen de Atrato, nororiente con el Departamento de Antioquia”.(parr.56); al occidente con el Municipio de alto Baudò, noroccidente con el municipio de Bòjaya, dichos limites, se pueden observar en los mapas 3-1 y 3-2 en las que se muestran la localización física y límites del Municipio de Quibdó en el departamento del Choco y en la República de Colombia

**Mapa 3-1:** Mapa de localización física del Municipio de Quibdó en el Departamento del Choco



**Fuente:** (Alcaldía de Quibdó, 2012).

### 3.2.5 Ecosistemas y Zonas de Vida.

Según Holdrige, (1963), el municipio de Quibdó está ubicado en la región de las calmas ecuatoriales, “corresponde a las zonas de vida de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque pluvial tropical (pb-T), caracterizado por altas precipitaciones y temperaturas superiores a 24°C, presenta tres unidades climáticas: Cálido súper húmedo (Cs), extensión aproximada de 275.000 Has” (p. 57), lo que es equivalente al 82.39% del territorio, en él se localizan todos los centros poblados del Municipio. Medio súper húmedo (Mh), con 47.500 Has y 14.23% del territorio. Muy frío y frío húmedo y per húmedo (Fh), 11.250 Has, equivalentes al 3.38%, en este sector no se encuentran poblaciones



**Mapa 3-2:** Mapa de localización física del Municipio de Quibdó en la República de Colombia



**Fuente:** (IGAC, 2011)

### 3.2.6 Contexto económico del municipio.

Según DANE (2005), “la principal actividad económica se concentra alrededor del comercio, seguido de la agricultura y la minería”. (párr. 76). Quibdó presenta economía de enclave consumidora de bienes y servicios importados especialmente de Antioquia, valle y del eje cafetero y exportadora de productos primarios como oro, platino, madera y frutales en menor escala. El Estado con sus dependencias constituye la mayor fuente de empleo del Municipio. Exporta mano de obra, calificada y no calificada de ambos sexo, a otras ciudades y centros urbanos.

### 3.2.7 Salud Pública.

Según información suministrada por la Alcaldía de Quibdó, (2013), de la actual población del municipio:

99.962 pertenecen al régimen subsidiado, 34.551 al régimen contributivo y 5.457 a la población pobre no afiliada (PPNA) o vinculados. Cuenta el municipio con la siguiente red de servicios de salud: Un Hospital de Segundo Nivel (San Francisco de Asís), Un Hospital de Primer Nivel (Hospital Ismael Roldan Valencia), Cinco Centros de Salud ubicados en área Urbana, Veintisiete Puestos de Salud ubicados en el área rural. Además se cuenta con IPS de carácter privado como son: Clínica vida, Clínica Funvida, Clínica Comfachoco, Clínica Reina Madre, Policía Nacional, Coomeva, Saludcoop, Confir, Unisanar, Unidad de Salud Santamaría entre otras.(parr.87).

### 3.2.8 Servicios Básicos.

Aguas del Atrato presta los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo en la zona urbana de este Municipio. Para el mes de Diciembre del 2015, el servicio de acueducto registró una cobertura del 27,1%, alcantarillado del 15,0% y aseo del 87,6%, es decir, en número de usuarios 8.489, 4.699 y 27.402 respectivamente. Estos datos son mostrados en la Tabla 3-1:

**Tabla 3-1:** Servicios Básicos Municipio de Quibdó Año 2015.

Sector	2015		
	Acueducto	Alcantarillado	Aseo
Residencial	7.148	3.573	24.978
No residencial	1.341	1.126	2.424
No regulado	N.A	N.A	N.A
Total clientes	8.489	4.699	27.402

Cobertura total del servicio (%) frente a la población total en el territorio atendido	27.1%	15,0%	87,6%
--	-------	-------	-------

**Fuente:** (EPM – Aguas del Atrato, 2015)

Según los datos reflejados por la tabla antes señalada, los clientes están segmentados, conforme a la regulación, en clientes residenciales y no residenciales. Para efectos de tarifas y subsidios, los residenciales están a su vez segmentados en 4 estratos socioeconómicos: 1, 2, 3 y 4, no se identifican clientes de estrato 5 y 6. Los estratos 1, 2 y 3, por ser considerados de menores ingresos, tienen derecho a consumos subsidiados por las contribuciones que deben realizar los no residenciales, que para el caso de Quibdó, son los comerciales y los industriales. El valor de subsidio para el aseo a Diciembre de 2015 entre los estratos 1, 2 y 3 fue de -\$1.625.367.614.

### **3.3 Aspectos Administrativos y Financieros.**

En marzo de 2008, se formaliza con la Empresa de Servicios Públicos de Quibdó en liquidación EPQ, el Convenio Interadministrativo de colaboración, para la gestión de inversiones y su interventoría, mantenimiento y operación de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, en la zona urbana del municipio. El convenio se realizó a partir de julio de 2008 y es ejecutado actualmente por la filial Aguas Nacionales EPM, a través de la marca Aguas del Atrato.

Esta funge, como prestadora de los servicios públicos relacionados con agua potable y saneamiento básico, específicamente los de aseo, EPM – aguas del Atrato, es consciente de su interdependencia con el ambiente; por lo tanto planea realizar una gestión ambiental integral de manera proactiva, con criterios de competitividad empresarial y sostenibilidad

ambiental, económica y social. Por lo que, con la entrada en operación de los nuevos vehículos compactadores, se espera lograr cobertura del 95% de la población urbana de Quibdó en el servicio de aseo. Con el programa reciclando se involucraron a 15 Instituciones Educativas y 2 Cooperativas de trabajo asociadas a la cultura de reciclaje,

En los aspectos administrativos y financieros las fortalezas y debilidades identificadas en la actual empresa prestadora de servicios de aseo son las siguientes:

**Fortalezas:**

- Presenta estabilidad laboral para los empleados;
- Capacidad de inversión inmediata;
- Mejor calidad de los servicios prestados;

**Debilidades:**

- La estructura legal impide una gestión ágil para compras, mantenimiento y reparación de equipos y materiales;
- Carencia de recursos humanos capacitados técnicamente;
- Las tarifas que se cobran por el servicio no reflejan el costo real de los servicios;
- Sistema de cobro de los servicios: sistema de tarifas o en forma conjunta con otros servicios, que son deficitarios, no cubriendo los costos de los servicios prestados.

### **3.4 Aspectos Técnico – Operativos.**

Según Espinoza, (2010), son los que “comprenden la revisión de los métodos y eficiencia de cada una de las etapas o elementos funcionales del sistema de gestión de residuos (Generación, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final”.(p.45).

### 3.4.1 Generación de RSU en Quibdó

Según Altuve (2010), en la mayoría de los países en desarrollo, “son muy pocos los programas de caracterización de residuos que han sido adecuadamente planeados, ejecutados, y que estén acordes con las condiciones de estas regiones”. (p.45). Con la caracterización de los RSU según este mismo autor, se busca cuantificar la generación de residuos y la composición de los mismos, permitiendo identificar tendencias socioeconómicas. De igual manera es necesario, conocer en detalle características de la producción para estudiar la posibilidad de disminuir y controlar su calidad.

En concordancia con lo anterior, Aranguren (2010), asegura que el nivel de residuos y desechos sólidos tiene un estrecha conexión con cantidades y calidad de materiales como a las prácticas culturales propias del contexto”. (p.89). Por tanto, se debe complementar con una caracterización (cantidad y composición) que cumpla con criterios de validez, confiabilidad y manejo y así formular estrategias integrales que optimicen el aprovechamiento de los productos, permitiendo identificar los problemas de contaminación en un sistema.

En ese orden de ideas, la primera fase del sistema de gestión es conocer la cantidad y calidad de residuos sólidos que se produce en una ciudad. Esta información, permitirá conocer cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, las rutas, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y la disposición final. De acuerdo a datos suministrados por la Empresas Públicas de Medellín (2014), Aguas del Atrato, “en el sitio de disposición final denominado botadero Marmolejo, se disponen de manera inadecuada 26.035 Ton/año de residuos sólidos. Se estima que la producción de residuos sólidos

urbanos es de aproximadamente 92,49 Ton/día”. (parr.65), significa lo anterior, que en Quibdó se producen 2.775 Ton/mensual y 33.300 Ton/año de residuos sólidos, en los que se incluyen los residuos sólidos domiciliarios, comerciales, institucionales de establecimientos educativos y del barrido de calles.

Según datos proyectados por las Empresas Públicas de Medellín, (2014), el Municipio de Quibdó tiene una población de 142.293 habitantes, siendo el índice de producción per cápita de 0,650 gr/día de residuos sólidos. En la obtención del dato referido, se utilizó el siguiente cálculo:

$$\frac{92.491 \frac{kg}{dia}}{142.293 hab} = 0,65 \frac{kg * hab}{dia}$$

Cifra acorde con los rangos de generación per cápita para ciudades medianas con población entre los 30.000 y 500.000 habitantes de acuerdo a la Tabla-3.2.

**Tabla 3-2.** Rangos de Generación de Residuos Sólidos per cápita (kg/hab/día) para el año 2004

Tamaño de la Ciudad	Población Urbana	Generación Per cápita (kg/hab/día)
Pequeña	Hasta 30.000	0,50
Mediana	De 30.000 a 500.000	De 0,50 a 0,80
Grande	De 500.000 a 5.000.000	De 0,80 a 1,00
Megalópolis	Más de 5.000.000	Más de 1,00

**Fuente:** (Penido Monteiro, et al 1996)

En la Tabla 3-3, se muestran los aspectos básicos de la generación de RSU que se dan actualmente en la ciudad de Quibdó.

**Tabla 3-3.** Aspectos básicos Generación de RSU en Quibdó.

<b>Población Municipio</b>	<b>Población atendida</b>	<b>Población Servida</b>	<b>% Cobertura de Recolección</b>	<b>Generación Percápita RS. Kg/hab/día</b>	<b>Generación total Ton/día</b>	<b>Recolección R.S Ton / día</b>	<b>Reciclaje Espontaneo Ton / día</b>
142.293	124.649	110.706	87,6	0,65	92,49	71.663	4,33

**Fuente:** Elaboración Propia con información de (EPQ, 2010)

Basándose en los datos anteriores, y siendo actualmente la cobertura del servicio de aseo en la ciudad de Quibdó del 87,6%, entonces la población servida es de 106.706 habitantes, más la población servida proyectada de los corregimientos turísticos de Pacurita, Guadalupe, Tutunendo e Icho estimada en 3.545 habitantes, para un total de 110.251 habitantes, generando 0,65 (kg/per/día), equivalentes a 71.66 toneladas diarias, 19,5 kg/Per/mes, 2.150 Ton/mes y 25.799 Ton/año de Residuos sólidos, o sea 234 kg/hab/año, tal como se puede observar en la Tabla 3-4.

**Tabla 3-4.** Generación de Residuos sólidos en la ciudad de Quibdó para el año 2010. (Elaboración propia a partir de generación diaria Per cápita).

<b>Municipio</b>	<b>Generación Per cápita(kg/día)</b>	<b>Generación Per cápita(kg/mes)</b>	<b>Generación Per cápita(kg/año)</b>
Quibdó	0,65	19,5	234

**Fuente:** Elaboración Propia con información de (EPQ, 2010)

De la información anterior, el 28% y el 33% respectivamente, son residuos susceptibles de ser reciclados, y tratados, mediante la reducción/minimización, significando 25,08 ton/diarias en 288 días, para un total de 7.224 y 8.514 toneladas respectivamente que al ser recuperadas y vendidas, traerían beneficios sociales, económicos y ambientales para la ciudad de Quibdó. El resto, es decir el 39%, que corresponde a 10.062 toneladas, son materiales no recuperados caracterizados por su alto contenido de materia orgánica los cuales reflejan los patrones de consumo de la zona.

### **3.4.2 Calidad y Composición de los RSU**

Las fuentes de producción de los residuos sólidos en la ciudad de Quibdó es muy variada, su composición está determinada por las costumbres, hábitos de consumo, condiciones socioeconómicas y por su ubicación geográfica. Gran parte de la generación de residuos sólidos corresponde al componente residencial seguido de los producidos por los establecimientos comerciales, luego los originados en instituciones públicas y privadas, continúan los producidos en barridos de calles, andenes y parques, por último los producidos en establecimientos educativos públicos y privados.

Los datos obtenidos en el diagnóstico de residuos sólidos en la ciudad de Quibdó, revelan que en una tonelada de residuos generados en un día, los materiales más significativos de los RSU son los que se muestran en la Tabla 3-5.



**Tabla 3-5.** Composición de los RSU en la ciudad de Quibdó

<b>Componentes RSU Quibdó</b>	<b>Porcentaje en Masa</b>
Materia Orgánica	59,46
Papel	6,49
Cartón	9,08
Plástico	5,75
Pet	5,17
Vidrio	2,32
Textiles	2,07
Metales	0,9
Higiénicos	5,26
Material Inerte	3,5
Total	100

Fuente: EPQ (2010)

**3.4.3 Estimación de la Generación de RSU en Quibdó.**

Por ser Quibdó, ciudad receptora de población proveniente de diferentes municipios del departamento, producto de diferentes situaciones sociales y políticas, no se tuvieron en cuenta los datos proyectados de la población según Censo DANE (2005), sino los obtenidos a través de la base de datos del censo SISBEN (2010) de la secretaria de planeación del municipio de Quibdó, que es una encuesta de clasificación socioeconómica, diseñada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP). Para estimar la evolución de la generación de RSU en la ciudad de Quibdó, fueron utilizados dos métodos:

1. Predicción a través de evolución de la población (Mínima - PPC constante).
2. Predicción a través de evolución de la generación de RSU, según tres hipótesis de crecimiento de la PPC: Máxima (0,81% anual), Media (0,61% anual) y Mínima (0,41%).

Del análisis de los datos calculados, se determinó que la proyección de la generación que mejor se ajusta a las condiciones de la ciudad de Quibdó, responde a la tasa anual de crecimiento medio (0,61%), por presentar esta una tendencia moderada de aumento que se ajustaría a las condiciones económicas y socio ambientales de la zona.

Para propósitos de diseño, interesa conocer la producción de basura en tiempos definidos a 20 años; esto se logra mediante la utilización de la ppc (0,65 kg/hab/día) y el índice de crecimiento demográfico de población en Colombia, quinquenio 2010-2015 suministrado por el DANE (crecimiento poblacional lineal de 1,375% promedio anual). El cual se utilizó para la ciudad de Quibdó, Para estimar el crecimiento de la población para estas etapas se utilizó la siguiente fórmula:

$$PF = PO * R \quad (1)$$

Dónde:

$PF$  = Población Futura

$PO$  = Población Actual = 142.293 Habitantes

$R$  = Tasa de Crecimiento = 1,375%

Por otra parte se hizo necesario conocer la cantidad de residuos sólidos que se generarían en la ciudad de Quibdó, durante los próximos 20 años, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$RSP = P * Xppc \quad (2)$$

Dónde:

$P$  = Población

$Xppc$  = Cantidad de residuos sólidos producidos por habitante (0,650)

$RSP$  =Residuos sólidos Producidos

Al aplicar la formula a los datos obtenidos se tiene:

$$RSP = P * Xppc \quad (3)$$

$$P = 142.293 \text{ hab}$$

$$Xppc = 0,650 \text{ kg/hab/día}$$

$$RPS = 142.293 \text{ hab} * 0.650 \text{ 65kg/hab/día} = 92.49 \text{ Ton/día}$$

$$92.49 \text{ Ton/días} * 30 \text{ días} = 2.775 \text{ Ton/mes}$$

$$2.775 \text{ Ton/mes} * 12 \text{ meses} = 33.300 \text{ Ton/año}$$

La Tabla 3-6 muestra la población del municipio de Quibdó hasta el año 2030.

**Tabla 3-6.** Crecimiento Poblacional del Municipio de Quibdó (2010-2030)

Año	Calculo (*)	N° Habitantes proyectados
2010		134.728
2011	134.728 (1+1.375/100)	136.581
2012	136.581	138.459

<b>2013</b>	<b>138.459</b>	<b>140.363</b>
<b>2014</b>	<b>140.363</b>	<b>142.293</b>
<b>2015</b>	<b>142.293</b>	<b>144.250</b>
<b>2016</b>	<b>144.250</b>	<b>146.233</b>
<b>2017</b>	<b>146.233</b>	<b>148.244</b>
<b>2018</b>	<b>148.244</b>	<b>150.282</b>
<b>2019</b>	<b>150.282</b>	<b>152.248</b>
<b>2020</b>	<b>152.248</b>	<b>154.341</b>
<b>2021</b>	<b>154.341</b>	<b>156.463</b>
<b>2022</b>	<b>156.463</b>	<b>158.614</b>
<b>2023</b>	<b>158.614</b>	<b>160.795</b>
<b>2024</b>	<b>160.795</b>	<b>163.006</b>
<b>2025</b>	<b>163.006</b>	<b>165.247</b>
<b>2026</b>	<b>165.247</b>	<b>167.519</b>
<b>2027</b>	<b>167.519</b>	<b>169.822</b>
<b>2028</b>	<b>169.822</b>	<b>172.157</b>
<b>2029</b>	<b>172.157</b>	<b>174.524</b>
<b>2030</b>	<b>174.524</b>	<b>176.924</b>

**Fuente:** Proyecciones propias con información de Censo (DANE, 2005)

#### **3.4.4 Separación, manipulación y almacenamiento de residuos.**

Actualmente este elemento funcional se realiza de manera exigua y poco controlada, según las Empresas Públicas de Medellín, (2014), “no se desarrollan actividades dirigidas a la separación y a la recuperación de los materiales de los RSU como procedimiento para disminuir la cantidad de residuos generados”. (párr. 78). Ni están contemplados en los planes de acción de las entidades ambientales y de gobierno, políticas y estrategias dirigidas a darle una solución parcial o definitiva a la desmedida generación y a la inadecuada disposición de los mismos. La pequeña fracción de residuos recuperados es realizada por recicladores informales directamente de los recipientes de recolección y en el botadero a cielo abierto, que son llevados a centros de reciclaje para ser comercializados y transportados a ciudades como Medellín, Pereira, y Cali, para su posterior tratamiento.

### **3.5 Recolección de residuos**

El servicio de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos es realizado por la Empresas Públicas de Medellín (EPM) - Aguas del Atrato Empresas Públicas de Medellín (2014), mediante el esquema de concesión. La prestación del servicio se encuentra dividida en seis comunas que albergan 103 barrios en total. El servicio de aseo prestado consta básicamente de:

I) -Recolección domiciliaria de basuras a residencias y empresas.

II)-Recolección de residuos sólidos en entidades públicas y establecimientos educativos.

III)- Barrido de calles y avenidas.

IV)-Limpieza y barrido de áreas públicas (parques, zonas verdes, etc.).

#### V)-Transporte de residuos y disposición en el Botadero a cielo abierto

En este elemento funcional, el generador es responsable de sacar los recipientes con residuos los días y horas programados. En el proceso de recolección actual, los residuos se recogen mezclados, no existe selección en la fuente u origen, tampoco se realiza clasificación previa o posterior. Se utiliza el método de parada fija, que consiste en vehículos compactadores que realizan la recolección en las esquinas, casa a casa y contenedores. El servicio de recolección alcanza una población servida del 87,6% (110.251 Habitantes) de la población total del sitio de estudio (142.293). Los residuos en áreas marginales y de bajos recursos se caracterizan por tener calles o caminos angostos, que impiden el acceso de los vehículos recolectores. Los residuos no recolectados son dispuestos sin ningún control en ríos, quebradas, terrenos baldíos y en riberas de carreteras convirtiéndose en focos de contaminación que amenazan la salud humana y el ambiente. También existe reciclaje informal en la fuente y en el botadero a cielo abierto de manera no controlada constituido generalmente por cartón, papel, vidrio, plásticos y metales. Igualmente hay recolección selectiva realizada por recicladores de tres cooperativas establecidas en la ciudad proveyéndose habitualmente del sector comercio de los cuales obtienen cartón papel, plásticos y otros residuos.

### **3.6 Equipamiento y transporte.**

Según información obtenida de las Empresas Públicas de Medellín, (2014), “en el transporte de residuos, son utilizados seis vehículos compactadores con capacidad de 40m<sup>3</sup> cada uno, cuadrillas formadas por un conductor y dos ayudantes de recolección. Para la limpieza pública y comercial se destacaron 16 trabajadoras, con 18 rutas”. (párr. 87). Lo

que constituye, (17 semanales y una sabatina) con una frecuencia de tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes) dos jornadas de trabajo comprendidas entre 6 am a 2 pm y de 2 pm a 10 pm. Este servicio es complementado con 14 contenedores de recolección y transferencia con capacidad de 8m<sup>3</sup>, distribuidos en puntos críticos de la ciudad

### **3.7 Disposición final de los RSU en la ciudad de Quibdó**

Desde principios de 1992 hasta la actualidad, está habilitado como sitio de disposición final, un lugar denominado “Marmolejo”, localizado al oriente a 5 kilómetros del casco urbano de la ciudad en la carretera que conduce de Quibdó a Medellín, ocupando una superficie aproximada de 14 hectáreas, y catalogado como el botadero a cielo abierto más grande de Colombia. En él se disponen y dispersan diariamente todos los residuos sólidos urbanos generados sin ningún tratamiento y control: elementos orgánicos, plásticos, PET, vidrio, cartón, papel, latas, textiles, escombros, entre otros. Este se ha ido extendiendo desordenadamente ocupando amplias áreas de su entorno contaminando y degradándolas ambiental y ecológicamente.

Dificultades encontradas:

- Las frecuencias y los horarios de la recolección y barrido de calles son irregulares.
- Ausencia de disposición final adecuada de RSU;
- Alta pluviosidad en la zona produciendo lixiviados de alto poder contaminante en los acuíferos subterráneos de la zona;
- La comunidad no asume su rol en lo que respecta al cumplimiento de las normas municipales y ni la policía hace cumplir tales órdenes;

- Falta de capacitación de la comunidad en separación selectiva y reciclaje de residuos.
- Dificultad de comunicación entre los actores involucrados en el manejo de RSU.

### 3.8 Aspectos críticos del diagnóstico y acciones de mejoramiento de la gestión actual de los RSU.

A través de un estudio detallado mediante la aplicación del diagnóstico, los aspectos críticos evaluados más importantes y las acciones de mejoramiento a desarrollar de la gestión actual de los RSU en la ciudad de Quibdó, se muestran de manera resumida en la Tabla 3-7:

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.

Aspectos críticos del diagnóstico		Acciones de Mejoramiento
<b>Aspectos Legales.</b>	Ausencia de acuerdos Municipales relacionados con la gestión de residuos sólidos.	Presentar proyecto de acuerdo RSU como tema prioritario en el concejo.
	Falta marco preceptivo específico a nivel municipal.	Redactar régimen de infracciones y multas a nivel local.
	Falta articulación entre el marco legal y la práctica de gestión.	Autoridades ambientales, de gobierno y comunidad deberán trabajar articuladamente en el diseño de marco legal local.



	La legislación sanitaria y ambiental es ambigua en la instancia administrativa.	Autoridades deben tomar decisiones cooperadas que permitan darle cumplimiento a la legislación sanitaria y ambiental a nivel Municipal.
	El seguimiento, vigilancia, control y acatamiento de las regulaciones y normatividad ambiental para la gestión adecuada de los RSU es deficiente. No todas las infracciones constatadas se sancionan por las autoridades ambientales y de gobierno.	La EPM-Aguas del Atrato, empresa administradora de servicio de aseo, el municipio de Quibdó, y la CAR Regional, deben asumir la responsabilidad de liderar temas ambientales haciendo cumplir las normas.
<b>Aspectos Institucionales</b>	Falta de disposición política y de trabajo serio de las autoridades.	Reglamentar, expedir acuerdos municipales, acorde con la legislación nacional que regulen la gestión de RS en el municipio.

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio Quibdó.  
(Continuación).

Aspectos críticos del diagnóstico		Acciones de Mejoramiento
<b>Aspectos Institucionales</b>	Transposición de jurisdicciones en cuanto a distribución de idoneidades ambientales a nivel nacional, departamental y municipal.	Reglamentar leyes 99 de 1993 y 142 de 1994, ley 1480 de 2005, mediante expedición de acuerdos evitando transposición de jurisdicciones y asumiendo funciones.
	Desconocimiento del sector, falta de coordinación administrativa, uso ineficiente de recursos humanos, económicos, y ambientales en diferentes niveles de gobierno, inciden en una gestión errónea.	Establecimiento de una jerarquía de gobierno.  Establecimiento de nuevos canales de comunicación funcionales a nivel interinstitucional.
	En áreas de control y gestión de los RSU, existen deficiencias a nivel de fortalecimiento institucional.	Fortalecimiento de instituciones responsables de la gestión ambiental. Crear organismo interinstitucional de control y regulación de gestión de RSU a nivel municipal.  Precisar tareas y funciones de entidades departamentales y

		locales.
	Necesidad de definición como servicio público básico al manejo de los RSU.	Definir como servicio público fundamental la gestión de los RSU.
	Ausencia del poder de policía por parte de la autoridad competente	Darle cumplimiento de manera efectiva a infracciones de tipo ambiental mediante imposición de multas por parte de autoridades ambientales con apoyo de la policía y de la sociedad civil.
	Falta de planificación estratégica y vigilancia de gestión	Desarrollo de sistema o modelo ambiental sostenible de gestión de RSU, que incluyan aspectos técnicos-operativos, administrativos, legales, institucionales, sociales, económicos y ambientales.

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.  
(Continuación).

<b>Aspectos críticos del diagnóstico</b>		<b>Acciones de Mejoramiento</b>
<b>Aspectos Institucionales</b>	Falta de asignación de recursos humanos, materiales, y de capacitación de funcionarios que laboran en área ambiental y sanitaria.	Capacitación del recurso humano existente e incorporación de nuevos funcionarios con adiestramiento e inducción en instituciones con responsabilidad ambiental. Implementación de programas de fortalecimiento institucional para áreas de control de gestión, operativa y ambiental.
<b>Aspectos técnicos y Operativos</b>	Falta de instrumentos para desarrollar procesos de planificación estratégica de gestión de RSU, sanitario y ambiental a nivel departamental y municipal.	Definir áreas y recurso humano responsables en instituciones a nivel departamental y municipal. Fortalecimiento institucional y promoción del sistema ambiental mente sostenible de gestión de RSU con participación de comunidad. Capacitación permanente del recurso humano.

	<p>Administradores y funcionarios encargados de gestión de RSU con grandes falencias de tipo operativo e institucional.</p>	<p>Fortalecimiento institucional.</p> <p>Capacitación continúa de administradores y recurso humano responsable de gestión de los RSU.</p> <p>Optimización del servicio en lo referente a frecuencias y equipamiento.</p> <p>Creación de organismo de control municipal y regional.</p> <p>Realizar estudio de costos reales de gestión. Incremento de la cobrabilidad.</p>
	<p>Grandes deficiencias en lo referente a la disposición final.</p> <p>Falta de áreas adecuadas de disposición final. Existencia de botadero a cielo abierto en el municipio.</p>	<p>Implementación del sistema ambientalmente sostenible de gestión de RSU.</p> <p>Construcción y operación de relleno sanitario controlado seleccionado.</p>

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.  
(Continuación).

Aspectos críticos del diagnóstico		Acciones de Mejoramiento
<b>Aspectos técnicos y Operativos</b>	Inadecuada disposición de residuos (Esquinas habituales de calles y carreras, orillas de caminos, carreteras, quebradas y ríos).	Construcción y operación del relleno sanitario controlado. Ejecución de programas de concientización y participación comunitaria. Implementación de sistemas de infracciones y multas.
	Disponibilidad de inversión para compra y mantenimiento de maquinaria, equipo e instalaciones es insuficiente.	Determinación necesidad de inversión en adquisición de maquinaria equipos, e instalaciones, para optimización aseo urbano.
	Gestión actual no considera posibilidad de regionalización de la gestión de los RSU.	Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.

		Construcción y operación de relleno sanitario regional controlado. Generación de sinergias entre funcionarios de distintos municipios.
<b>Aspectos técnicos y Operativos</b>	Presencia de recuperadores en el botadero a cielo abierto.	Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.  Adelantar programas de reinserción social, capacitación de recicladores en temas sociales, cooperativos, minimización, reutilización y reciclaje de RSU.
	Falta control permanente en la actual gestión de los RSU por parte de la CAR regional, entidad responsable del área ambiental.	Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.  Fortalecimiento institucional y capacitación recurso humano involucrado en avance del nuevo

		<p>sistema.</p> <p>Construcción de sistemas participativos de control de gestión con participación de comunidad, entidades públicas e instituciones académicas.</p>
--	--	---

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.  
(Continuación).

Aspectos críticos del diagnóstico		Acciones de Mejoramiento
<b>Aspectos técnicos y Operativos</b>	<p>Falencias en técnicas de separación y reaprovechamiento: Falta de organización estructurada que comercialice materiales recuperados. Ausencia de equipos y procesos que permitan incrementar el valor agregado. Comercialización de elementos recuperados, de carácter informal.</p>	<p>Desarrollo e Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.</p> <p>Ejecución de programas de reinserción social, recuperación y reciclaje de tipo asociativo y cooperativo.</p> <p>Organización de la comercialización de materiales</p>



		recuperados.
	<p>Ausencia de información estadística clara y fiable de generación de RSU, cuantificación de fracción, sistemas de gestión,</p> <p>Relación costo beneficio económico ambiental, limita diseño y desarrollo de planes y programas, y cumplimiento de metas y conocimiento de información por parte de la población.</p>	<p>Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.</p> <p>Fortalecimiento institucional y capacitación del recurso humano involucrado en el avance del nuevo sistema.</p>
<p><b>Aspectos Ambientales, Sociales y de Salud</b></p>	<p>Existencia no cuantificada de pequeños botaderos a cielo abierto, generadores de problemas sanitarios y ambientales.</p>	<p>Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.</p> <p>Construcción y operación de relleno sanitario regional controlado, seleccionado de acuerdo al sistema.</p> <p>Ejecución de programas de reinserción social, recuperación y reciclaje de tipo asociativo y</p>

		cooperativo.
	No se realiza valoración riesgos ambientales generados por la mala gestión de los RSU.	Adelantar estudio que muestren riesgos ambientales relacionados con gestión de RSU.
	Coexistencia de sitios poblados en el entorno del botadero a cielo abierto.	Adelantar programas de construcción de asentamientos con servicios básicos mínimos (Agua, energía, pozos sépticos, escuelas y centro de salud.

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.  
(Continuación).

<b>Aspectos críticos del diagnóstico</b>		<b>Acciones de Mejoramiento</b>
<b>Aspectos Ambientales, Sociales y de Salud</b>	Falta de estudios ambientales para localización del sitio de disposición final y/o relleno sanitario controlado.	Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU. Planificación y desarrollo de plan urbano ambiental municipal.  Realizar estudios topográficos, climatológicos geológicos, e

		<p>hidrológicos de posibles áreas de localización y de instalación del relleno sanitario controlado.</p>
	<p>Ausencia de educación Ambiental y sanitaria.</p>	<p>Introducción de educación ambiental y sanitaria de manera permanente en todos los niveles educativos.</p> <p>Desplegar campañas educativas e informativas sobre el sistema ambientalmente sostenible de gestión de RSU.</p> <p>Realizar programa de participación comunitaria en temas del nuevo sistema de gestión.</p>
	<p>Ausencia de información epidemiológica relacionada con enfermedades producidas por</p>	<p>Desarrollo de información estadística sobre salud y enfermedades relacionadas con la inadecuada gestión de los RSU y</p>

	RSU.	las labores que realizan los recuperadores.
	<p>Recolección informal en los sitios actuales de disposición final, con manejo no sanitario de residuos, operarios no hacen uso de precauciones mínimas de higiene y seguridad. Falta de regulación de labor de recuperadores urbanos.</p>	<p>Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.</p> <p>Construcción y operación del relleno sanitario regional controlado, seleccionado de acuerdo al sistema.</p> <p>Ejecución programas de reinserción social, recuperación y reciclaje de tipo asociativo y cooperativo.</p> <p>Normalización laboral de recicladores, garantías de seguridad e higiene. Generación de emprendimientos y facilidades de crédito.</p>

**Fuente:** elaboración propia con información de PGIRSU, (2010)

**Tabla 3-7.** Resumen diagnóstico del manejo de los RSU en el Municipio de Quibdó.  
(Continuación).

Aspectos críticos del diagnóstico		Acciones de Mejoramiento
<p><b>Aspectos Ambientales, Sociales y de Salud</b></p>	<p>Insuficientes conocimientos del tema de RSU a nivel comunitario.</p> <p>Dificultad en acceso de información relacionada con RSU por parte de la comunidad.</p> <p>Ausencia de información provista por autoridades para toma de decisiones, falta de concientización y comunicación a la comunidad e instituciones.</p>	<p>Desarrollo e Implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.</p> <p>Capacitación permanente del recurso humano. Inclusión de temática ambiental, sanitaria y de RSU en el currículo de escuelas, colegios y universidades a nivel departamental y municipal.</p> <p>Adelantar programas de difusión y concientización con la comunidad. (Visitas guiadas a las instalaciones del nuevo relleno sanitario).</p>
<p><b>Aspectos</b></p>	<p>No se conocen costos y beneficios</p>	<p>Implementación del sistema</p>

<b>Económicos</b>  <b>Financieros</b>	<b>y</b>	reales de la gestión actual de RSU.  Tampoco costos indirectos (Salud) como resultado del deterioro de calidad de vida de la población.	ambientalmente sostenible para la gestión de RSU.  Mejoramiento de calidad de los servicios, identificación de costos.
		Tarifas inconvenientes y baja cobrabilidad	Diseño de tarifas adecuadas acordes con la prestación del servicio.  Implementación de normas de regulación de los servicios y sus tasas. Incremento de la cobrabilidad. Fortalecimiento institucional continuo.
		Necesidad de financiamiento	Uso de fondos financiamiento provenientes de presupuesto del tesoro público, fondos especiales de desarrollo regional y municipal, canje de deuda por medio ambiente, organismos internacionales (Fondos Mundiales para desarrollo

		sostenible).
--	--	--------------

**Fuente:** Elaboración Propia con información de PGIRSU, (2010)





## **Capítulo 4**

### **Sistema Ambientalmente Sostenible Para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Quibdó.**

La problemática relacionada con la gestión de residuos sólidos urbanos en Quibdó, revela la falta de estrategias de acción enfocadas para la formulación de políticas, acciones y objetivos consistentes que den solución al problema. También evidencian otros aspectos críticos en términos institucionales y de administración. Los más preocupantes se refieren a debilidades en las estructuras institucionales, debido a la ambigüedad de los órganos públicos, duplicación de tareas administrativas, acciones desordenadas, falta de articulación e incompatibilidad de instrumentos legales, implementación parcial de planes, programas y proyectos a largo plazo.

#### **4.1 Descripción General.**

El sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos que se ha de implementar, contempla los conceptos de sostenibilidad en las dimensiones social, económica, y ambiental, como también la interacción entre el conjunto de órganos públicos que actúan en esta área. Se presupone, por lo tanto, la articulación de acciones normativas, financieras, de planeamiento, administrativas, operacionales, sociales, educativas, de evaluación de control y de salud, en todas las etapas del manejo de los residuos sólidos urbanos, a fin de alcanzar beneficios ambientales y de salud, optimización económica del manejo y aceptación social, respondiendo a las necesidades locales. Por ello para la implementación del sistema es fundamental, realizar planeamiento estratégico

participativo, la integración de las políticas públicas sectoriales en conjunto con la sociedad civil la cual se puede alcanzar según Empresas Públicas de Medellín (2014), mediante la gestión ambiental sostenible como concepto interdisciplinario desarrollado a partir de tres niveles que están íntimamente relacionados:

1. Un primer nivel se refiere a las etapas de la administración, o sea, generación, acondicionamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final con recuperación.
2. Un segundo nivel en el que la administración pública debe buscar la intersectorialidad, es decir, la articulación de los diferentes sectores de gobierno involucrados con la cuestión de los residuos sólidos tanto en la esfera municipal, como en relación a las esferas públicas, regionales y departamentales;
3. Finalmente, un tercer nivel que permite la implicación de múltiples agentes sociales en acciones coordinadas por el poder público, o sea, buscar la interinstitucionalidad que envuelva gobierno, sector privado y sociedad y debe considerar aspectos políticos, legales, institucionales, técnicos, ambientales, económicos, instrumentales de ordenamiento territorial y espacial.

La ejecución de los niveles anteriormente referidos, permitirá diseñar un sistema de gestión de residuos sólidos adaptados a las condiciones ambientales locales, procurando aplicar el concepto de gestión ambiental sostenible, promoviendo en la comunidad un cambio cultural en las pautas sostenibles de producción – consumo y gestión, los cuales requieren reorientación de valores. Igualmente se plantea, la inclusión de principios rectores y los lineamientos de políticas generales con supervisión y evaluación permanente

para controlar que los objetivos y metas se cumplan y puedan realizarse los cambios de manera oportuna.

#### **4.1.1 Lineamientos del sistema ambientalmente sostenible de los RSU.**

El sistema que se pretende implementar, incorpora en cada uno de los componentes o elementos funcionales, los principios fundamentales vinculados que han de componerlo y para su desarrollo deben ser considerados los siguientes factores:

- Establecer etapas sucesivas e interrelacionadas entre sí del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU, iniciando con la generación y terminando con la disposición final, resaltando la etapa preventiva de reducción de la generación de residuos y las etapas de reutilización y reciclaje, y así contribuir con la minimización de residuos.
- Tratar los residuos no recuperados y disponer únicamente en el suelo los residuos tratados que causen el mínimo de impactos ambientales;
- Promover soluciones cooperadas a nivel regional;
- Fortalecer institucionalmente la administración pública en las esferas local, departamental y nacional para implementar políticas, planes, programas y proyectos para la promoción del sistema ambientalmente sostenible de gestión de residuos sólidos;
- Desarrollar talleres de capacitación y educación ambiental permanente en los cuadros técnicos municipales;

- Examinar y ampliar el marco legal y reglamentario, buscando compatibilizar las leyes y reglamentos del sector en los diferentes niveles gubernamentales (nacional, departamental, regional, local);
- Integrar a las organizaciones de recicladores o de cooperativas y empresas comunitarias como prestadores de servicios en la implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos.

En la Tabla 4-1, se puede observar las tendencias en la gestión integral sostenible de los RSU en los países desarrollados y en desarrollo.

**Tabla 4-1.** Tendencias en la gestión integral sostenible de los RSU.

Países desarrollados	Países en desarrollo
1.Reduccion en la fuente	1.Reduccion en la fuente
2.Reciclaje	2.Reciclaje
3.Combustion	3.Tratamiento
4.Relleno sanitario	4.Relleno sanitario

**Fuente:** (Benavides, 2007).

El sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos, propuesto para desarrollarse en el Municipio de Quibdó, está conformado por 5 elementos funcionales relacionados en la tabla 4-2, ellos son los siguientes:

**Tabla 4-2.** Elementos Funcionales del Sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos Municipales.

<b>Tipo Gestión</b>	<b>Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)</b>	<b>GIRD</b>	<b>Sistema Vigente y/o modelo actual</b>	<b>Sistema propuesto</b>
G	Generación de residuos	Generación	Generación	Generación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minimización y/o Reducción</li> <li>• Reutilización</li> </ul>
	Manipulación de residuos y separación, almacenamiento y procesamiento en origen	Disposición Inicial		Disposición Inicial: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulación y separación.               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reciclaje</li> </ul> </li> <li>• Almacenamiento en origen</li> </ul>
C	Recolección	Recolección	Recolección y transporte	Recolección
	Separación, procesamiento y transformación	Transferencia		Transporte
	Transferencia y transporte	Transporte		Disposición final Segura

	Evacuación	Tratamiento	Disposición	
		Disposición final	final	

**Fuente:** Elaboración Propia con información de (Berent, et al 2005).

## 4.2 Generación.

En el sistema, el generador deberá realizar la recogida y la disposición inicial de los residuos de acuerdo con las normas establecidas en el municipio para tal fin. La generación debe incluir acciones dirigidas a identificar materiales sin ningún valor agregado, contemplar actividades de reutilización, reciclaje y recuperación, procurando reducir al máximo la cantidad de residuos designados para su disposición en el relleno, minimizando así los costos operacionales y los impactos ambientales.

### 4.2.1 Minimización/reducción de residuos sólidos.

Minimizar la producción de residuos, representa la antítesis de la contaminación ambiental. La minimización incentiva al generador a desechar menos, de ahí que en el nuevo sistema se deben establecer medidas para lograr la reducción de residuos en origen (RO) o en la fuente por parte de todos los actores. Sin embargo la disminución en el consumo de productos depende de factores culturales, sociales, económicos, etc. Las acciones a desarrollar, deberán ser promovidas por autoridades Municipales y la CAR regional, dado que tienen un impacto positivo sobre la producción de los residuos como del consumo. La Tabla 4-3 presenta los componentes de la minimización de los residuos sólidos que se pretenden implementar en el municipio de Quibdó.

**Tabla 4-3.** Componentes de la Minimización de Residuos Sólidos. (Elaboración propia con información documental)

OPCION	EJEMPLO
Evitar	Evitar la generación de residuos mediante el uso adecuado de los mismos. No comprar mercancías y/o productos que generen gran cantidad de residuos sólidos.
Reutilizar	Reducir la cantidad de residuos reusando frascos de vidrio, reciclar papel, reciclar cartón etc.
Reciclar	Recuperar materias primas a partir de los residuos mediante la transformación, originando un producto similar u originando un producto diferente.
Disponer	Como última opción disponer los residuos en relleno sanitario.

Fuente: Elaboración propia con información de (DAOM, 2000)

En el marco de la sostenibilidad de la gestión ambiental de residuos sólidos establecieron los siguientes factores que deben ser tenidos en cuenta para la viabilidad e implantación de este subelemento del componente generación en la comunidad:

- Incorporar la minimización de residuos en la fuente generadora en las políticas del sector productivo, buscando la sostenibilidad ambiental y la selección de materias primas,
- Incentivar prácticas de recuperación y reutilización;
- Separar y limpiar los reciclables en la fuente generadora
- Incentivar las prácticas de recuperación y reutilización,

- Crear instrumentos económicos que tributen o incentiven a los productores con relación a la cantidad y calidad de los residuos generados en el post-consumo;
- Instituir la responsabilidad de la población a través del cobro de tasas municipales, referente a la cantidad de residuos producidos por los diversos generadores.

Entre los aspectos que no hacen viable este elemento en el sistema tenemos:

- Falta de integración entre los sectores de salud y medio ambiente;
- Dificultad de comunicación del impacto ambiental de los residuos en la comunidad.

### **4.3 Disposición inicial**

Según Altuve, (2010), “comprenden acciones asociadas con el manejo de los residuos hasta ser colocados en la ruta hasta su recolección”. (p.65). La disposición inicial de RSU deberá efectuarse por la comunidad, mediante métodos apropiados que prevengan y minimicen los posibles impactos negativos sobre el ambiente y la calidad de vida de la población, tales métodos son:

#### **4.3.1 Manipulación y Separación de residuos sólidos en origen.**

De lo anterior, este autor señala que, en esta fase, los generadores de residuos deberán desarrollar acciones dirigidas a realizar la separación secundaria, en ella se debe inducir a la población, a separar, reaprovechar y reciclar los residuos sólidos susceptibles de ser valorizados, tales como papel, cartón, botellas, latas de aluminio, hierro etc. La separación de residuos sólidos es esencial para incrementar la tasa de recuperación y reducir los costos de reciclaje. Se recomienda realizar almacenamiento in situ, porque minimiza, la presencia de vectores y enfermedades consideradas riesgosas para la salud pública y el



paisaje urbano de la ciudad. En este sentido, Altuve (2010), considera, que para instaurar un programa exitoso de separación en Quibdó se debe tener en cuenta:

- Dividir los residuos en: orgánicos y sólidos en la fuente generadora, mediante separación en el momento de la generación y con un acondicionamiento diferenciado, en recipientes distintos.
- La separación en la fuente requerirá recolección selectiva. Implica también información, sensibilización y capacitación de los generadores para efectuar separación de residuos en dos tipos, que se puede lograr mediante la implementación de Programas de Educación Ambiental.
- Realizar recolección diferenciada, se propone que la empresa de aseo utilice distintas modalidades de recolección selectiva: centros de entrega voluntaria – CEVs, recolección por parte de recicladores y por otras organizaciones comunitarias (juntas de acción comunal, franciscana etc.), a través del sistema puerta a puerta, y por los recicladores ocasionales.

Aspectos que hacen viable este elemento:

- Aumento de la vida útil del relleno sanitario;
- Economía de recursos naturales;
- Capacitación y concienciación de recicladores y/o líderes comunitarios;
- Inclusión social;
- Autogestión y autonomía, alta estima, capacitación técnica de los recicladores y/o líderes comunitarios;
- Capacitación y educación ambiental, desarrollo humano y ciudadanía;
- Genera trabajo y renta;

- Disminuye los costos de recolección y transporte.

Aspectos que no hacen viable este elemento:

- La no expedición de licencia ambiental y sanitaria;
- Condiciones inadecuadas de higiene y proliferación de vectores de importancia sanitaria;
- Condiciones inadecuadas de las instalaciones: ventilación, iluminación;
- Emanación de olores desagradables;
- Riesgo de incendio;
- Ausencia de aportes a la seguridad social;
- Ausencia de apoyo organizativo y de articulación política;
- La no aceptación de los productos reciclados por parte de la sociedad.

### **4.3.2 Reciclaje en origen**

Altuve, (2010), señala que, “para un gran número de personas, la recuperación de materiales secundarios procedentes de los residuos sólidos municipales es fuente de ingresos”. (p.87). Los trabajadores del sector informal reciclan papel, cartón, y botellas, los trabajadores del servicio de recolección que rebuscan entre los desechos recibidos en su ruta, personas que seleccionan entre los desechos en los botaderos y compradores de residuos de oficina y comercio (papel y cartón), son todos partes del sistema de reciclaje

De allí, el sistema deberá definir con claridad tipos de residuos que se reciclarán, y los que se desecharán definitivamente, tipos de depósitos de estos residuos para facilitar su diferenciación, tipos y colores de bolsas a emplear, forma, momento y lugar de disposición, y su recogida por los vehículos recolectores, frecuencia de recogida en cada

sector de la ciudad, medios de transporte empleados, características mínimas de equipos de recolección, y equipos necesarios para adelantar dichas labores. Para lograr este propósito, se requiere adelantar la estrategia de separación selectiva casa a casa en la cual el personal de la empresa de aseo entregaría bolsas de color negro o verdes, depositándose en la primera los residuos sólidos putrescibles y en la segunda el material reciclable. De igual manera folletos informativos y volantes con los horarios de recolección y desarrollar una intensiva campaña de educación ambiental con la comunidad a través de talleres. Las anteriores especificaciones, motivara a los habitantes a una buena separación en la fuente, incrementando la cantidad de material reciclado recuperado, haciendo ágil y eficiente el sistema. Son factores fundamentales para el desarrollo de la actividad del reciclaje:

- Creación de centros de separación de materiales reciclables, promover su valorización y optimizar el reciclado.
- Incentivar la creación de organizaciones recicladoras que participen en la recolección selectiva, separación y pre-tratamiento de residuos, en colaboración con la sociedad civil, el sector privado y el sector público municipal.
- Incorporar materiales recolectados en los procesos productivos.
- Impulsar la constitución de empresas de reciclaje y el consumo de dichos materiales.
- Desarrollar y emplear tecnologías de reciclaje de desechos sólidos urbanos, que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental, económico y de salud.
- Crear instrumentos y mecanismos oficiales de control de las cantidades y calidad de los materiales efectivamente reciclados.

- Producir proyecciones de oferta y demanda del mercado de los productos reciclados, para definir estrategias de reciclaje que se adapten a las necesidades, recursos y condiciones locales.

Ahora bien, para que la actividad del reciclaje de residuos sea funcional y eficiente, Altuve, (2010), expresa que “es necesario incluir a los principales actores: gobierno municipal, sector privado (formal e informal), organizaciones comunitarias y organizaciones no gubernamentales”. (p.70) .Lo anterior traería como beneficios disminución de costos por prestación del servicio de aseo, disminución de la tarifa a pagar, recuperación de recursos, minimización de los residuos y disminución de la contaminación. Se reitera que la obtención de los máximos niveles de calidad depende de la separación en el origen y recolección selectiva Atuve (2010).

Siguiendo el mismo orden de ideas, los programas de reciclado desde el punto de vista económico podrán no resultar factible, puesto que bajo el esquema actual no se muestran los costos de ahorros de salud, calidad de vida, ambientales, de energía y de agua obtenidos, pero su implementación conlleva otros beneficios como: la protección del ambiente, la concientización de la población, disminución del consumo de materiales proveniente de materia prima no renovable, disminución de cantidades de residuos que van a ser depositados en el relleno y los costos asociados.

### **4.3.3 Almacenamiento en origen.**

Según Altuve (2010), “Los residuos sólidos deben depositarse temporalmente en tanto se procesan para su recolección y aprovechamiento”, (p.78); ya que este almacenamiento contribuye con la buena recolección y transporte de los mismos. Los

recipientes deben tener un peso y un diseño que faciliten su manejo. Los residuos sólidos reciclables deberán almacenarse de manera que no afecten el entorno físico, la salud humana, ni la seguridad de la población.

#### **4.4 Recolección**

En el sistema propuesto se plantea como solución implementar, un sistema de recolección selectiva o diferenciada, con el objetivo de alcanzar mayores niveles de selección, de reutilización de productos y de una alta cantidad de materiales recuperados. Para ello se han escogido dos posibles sistemas:

- a) Recolección en masa más separación en área de aportación (AA). En este sistema el ciudadano al nivel de la acera almacena la basura en una bolsa (residuos en masa), excepto aquellos materiales específicos (papel, cartón, vidrio, plástico, etc.) que se recogen por separado en contenedores específicos situados en las áreas de aportación.
  
- b) Recolección en acera con separación en dos fracciones y sin áreas de aportación. El ciudadano, consecuentemente con la cada vez mayor concientización medioambiental, deberá separar los residuos que genera en dos fracciones: una conteniendo los restos orgánicos y fracciones no recuperables, y otra en la cual se depositan los materiales seleccionados o reciclables. Tchobanoglous (1993). Estas dos fracciones se depositan en contenedores separados. El sistema seleccionado ha sido denominado de segunda bolsa mediante el cual se pretende introducir en los hogares la separación en origen de los residuos.

Para su desarrollo se hace necesario emprender acciones educativas dirigidas a concientizar y fomentar en los habitantes de la ciudad las prácticas de separación y recuperación en el lugar de origen. Según Tchobanglous, ( 1993), “esta labor habrá de mantenerse a lo largo del tiempo, ser permanente y difundirse por distintos medios de comunicación.(p.198). Complementario a ello, se deberán redistribuir y adecuar las frecuencias de recolección existentes, de acuerdo con la cantidad de residuos generados y las características urbanas, ambientales, y geográficas de la ciudad. La optimización del sistema actual de recogida de residuos permitirá disminuir los costos totales actuales y prestar el servicio de una manera más eficiente.

Se recomienda mantener la frecuencia actual o interdiaria (tres veces semana). En esta alternativa generalmente no se labora los domingos, se sugiere conservar el horario diurno actual por su menor costo. Como alternativa está el horario nocturno, que tiene como ventajas, el clima más apacible y mayor operatividad por el menor tráfico. Por último, en calles angostas y cortas como las que actualmente existen en el área periférica de la ciudad, se recomienda el método de parada fija o de esquina, pues es uno de los más comunes y económicos.

De acuerdo a Empresas Públicas de Medellín (2014), los aspectos que la hacen viables son:

- La administración directa y las empresas públicas favorecen la organización social y la coordinación interinstitucional, contemplando las dimensiones sociales, ambientales y de salud;
- Las empresas comunitarias poseen más organización social;

Aspectos que no la hacen viable:

- Falta de continuidad de programas públicos;
- Las empresas públicas necesitan una política pública sostenible;
- No integran al sistema, con dignidad, el trabajo de los recicladores de calle y de los botaderos.

#### **4.5 Transporte**

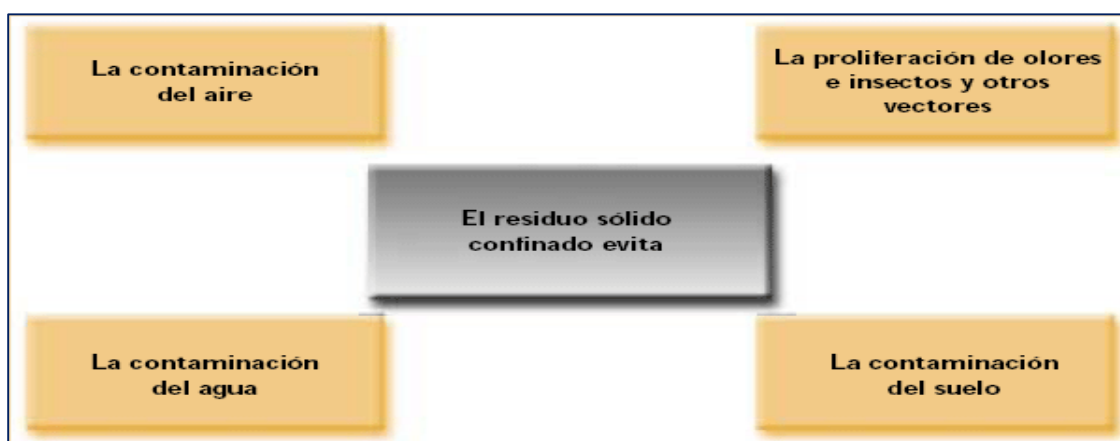
En el transporte futuro, se hace necesaria la optimización y un nuevo diseño de rutas o circuito, para realizar los recorridos en una forma más expedita y eficaz. El transporte, implica el desplazamiento de los residuos sólidos de manera planeada y organizada desde la fuente de origen al lugar donde deberán ser descargados y/o dispuestos finalmente. Ello indica que se deben adquirir vehículos compactadores, e incrementar los vehículos contenedores en las zonas de alta densidad de población.

#### **4.6 Disposición final segura de RSU.**

Según Tchobanglous( 1993), “la disposición es el último destino de todos los residuos sólidos, debe procurarse que este depósito permanente de los residuos se haga en sitios y condiciones adecuadas para evitar daños a los ecosistemas, previniendo su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población”. (p.254). De igual manera, este autor considera que deben llegar a este sitio solo los materiales que no pueden ser aprovechados en reusó, reciclaje y compostaje. Por ello, una vez que se ha aplicado en el manejo de desechos municipales todas las posibilidades para evitar la generación de

desechos y recuperar recursos, éstos tienen que ser tratados y eliminados en una forma que no dañe el medio ambiente o por lo menos que sus influencias dañinas sobre el medio ambiente sean reducidas a un mínimo. De ahí que la única alternativa aceptable para la ciudad de Quibdó, es un relleno sanitario controlado, lo cual se puede apreciar en la Figura 4-1, presentándose en ella la minimización de impactos ambientales a través del confinamiento de los residuos sólidos.

**Figura 4-1:** Minimización de impactos ambientales a través del confinamiento de residuos sólidos.



**Fuente:** (OPS, 2002)

Para los fines del desarrollo del tema objeto de estudio, se establecieron los aspectos que deben ejecutarse para hacer viable este elemento:

- Asegurar recursos económicos adecuados;
- Capacitar técnicamente el equipo responsable del sistema ambiental sostenible de los residuos sólidos urbanos;
- Funcionamiento adecuado de las unidades de tratamiento y disposición final;



- Desarrollar una legislación adecuada a las realidades socioculturales, ambientales y económicas locales;
- Adopción de alternativas tecnológicas, criterios técnicos, de ubicación y operativos ambientalmente adecuados a las características locales;
- Implementación de monitoreo, fiscalización y control ambientales en las unidades de tratamiento, disposición final y de aprovechamiento de los residuos sólidos;
- Incorporar el componente ambiental en el Plan Director de Residuos Sólidos Urbanos y establecer compromisos con funcionarios responsables;
- Instituir la compensación ambiental por implantación de unidades de tratamiento, disposición final y de aprovechamiento de residuos sólidos;
- Establecer la obligatoriedad de obtener la licencia ambiental;
- Promoción de la salud de los trabajadores de las unidades de tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos;
- Integrar la institución responsable del sistema ambiental sostenible para gestión de los residuos sólidos con los sectores de salud, medio ambiente y la CAR regional.
- Implantación del sistema de control de vectores de importancia sanitaria en las unidades de tratamiento y disposición final y de aprovechamiento de residuos sólidos;

#### **4.6.1 Relleno Sanitario Controlado**

Según Bonmati (2008), los nombres que reciben los sistemas de aislamiento de residuos son muy diversos y varían en función de las medidas de control ambiental de que dispongan. Los sitios de disposición controlados reciben, entre otros, el nombre de

botaderos o vertederos a cielo abierto; cuando disponen de medidas de control ambiental reciben los nombres de relleno sanitario o depósito controlado.

Este autor, enfatiza en que la disposición de residuos en rellenos sanitarios es actualmente el procedimiento más frecuente de manejo en el mundo, aunque la mayoría de los calificados como rellenos no cumplen las especificaciones técnicas requeridas para la protección del ambiente. Este método es actualmente el más seguro, confiable, económico y aceptable, desde el punto de vista de la Salud Pública y protección del ambiente. “Esto es cierto únicamente si no se consideran los costos derivados de sus impactos sobre el entorno ni el necesario control tras la clausura del vertedero” Atuve (2010). Esta técnica se fundamenta en el concepto de confinar y aislar los residuos sólidos, presentado por este autor, en donde señala “en grandes y profundas celdas donde son compactados y su degradación ocurre mediante procesos anaerobios”. (p.90), hasta ser estabilizados mediante mecanismos de mineralización y se tornen inocuos, a través de procesos biológicos naturales, químicos y físicos.

Por su parte el (Decreto N°1713 de Ministerio del Medio Ambiente 2002), los define “como el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos”.(párr. 18), sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

La Figura 4-2 muestra los componentes de un relleno sanitario de manera general:

**Figura 4-2:** Relleno Sanitario.



**Fuente:** (CEAMSE, 2006)

Los posibles impactos que un relleno sanitario puede generar, si no están bien diseñados, construido y explotado son:

- **Emisiones incontrolables de gases.** Olores y gases con efectos invernadero perjudiciales para la salud (compuestos orgánicos volátiles).
- **Emisiones incontroladas de lixiviados.** Estos pueden afectar las aguas freáticas y/o superficiales y las profundas.
- **Reproducción de vectores sanitarios.** Ratas, moscas, mosquitos, etc.

Por lo tanto, es necesario supervisar tanto la zona aireada (zona entre la superficie del suelo y el freático) como la zona freática, así como la calidad del aire. De acuerdo con lo anterior, para que un relleno sanitario sea sostenible, los materiales residuales deberán ser depositados seguramente en el ambiente circundante para que sean asimilados, hayan o no hayan recibido tratamiento biológico, térmico o de otro tipo, y se hayan gestionado los problemas surgidos para minimizar el impacto ambiental. Según Chacón, (2010), “la selección del sitio, el diseño y manejo apropiado son cruciales para el logro de una gestión más sostenible de los residuos”. (p. 76).

La Tabla 4-4 muestra las fases de desarrollo de las técnicas de disposición final e países en proceso de desarrollo.

**Tabla 4-4.**Fases de avance de métodos de disposición final en localidades en vías de desarrollo.

Opción / Contexto	Descripción (a)
Disposición en la vía Pública	Frecuente en áreas que no cuentan con servicio de recolección
Disposición local sin control en micro botaderos	Existencia de servicio de recogida y transporte incipiente de particulares hacia un sitio próximo, en los que son dispuestos los residuos sin control alguno.
Botadero Municipal sin control	Existencia de recolección básica. Los RSM son transportados y dispuestos sin ningún tipo de control en sitio cercano al municipio
Relleno controlado	Existe recolección primaria y secundaria. Los RSM se

	transportan y sitúan con control moderado en un sitio deliberadamente diseñado para tal fin y ubicado fuera de la ciudad. Los RSM se entierran con una frecuencia regular.
Relleno Sanitario	Construido y operado con parámetros de ingeniería ambiental y sanitaria. Cuenta con permisos y requisitos exigidos por las autoridades y la ley, se efectúa control ambiental. Los impactos ambientales son pequeños, la población está de acuerdo con el proyecto.

**Fuente:** (WEDC, 1998).

Según Chacón (2010), Previo al emplazamiento del relleno se deben efectuar estudios de impacto ambiental (EIA)” (p.78). Ya que durante su fase de construcción se han de realizar las siguientes actividades: Excavaciones, eliminación de la cubierta terrestre y vegetación, movimiento de tierras, alteración hidrológica, alteración de drenajes, producción de ruidos y vibraciones, instalación de capa impermeabilizadora, construcción de edificios auxiliares, plantas de tratamiento, vías de acceso. Para la etapa de funcionamiento las acciones serán las siguientes: Transporte, recolección de residuos sólidos, almacenamiento y vertido, manejo de lixiviados y recubrimientos de tierra. Además se debe contar con obras complementarias como: caseta de vigilancia, caminos permanentes, drenajes perimetrales e interiores, señalamientos fijos y móviles, sistema de captación de biogás. Se requiere adicionalmente área de acceso y espera cerca al área perimetral, caseta de pesaje y bascula, área de emergencia de disposición final, pozos para lixiviados, almacén y cobertizo, área administrativa, sistema de captación y tratamiento de

lixiviados. Este método de disposición final, tiene diferentes ventajas y desventajas, las cuales se pueden apreciar en la Tabla 4-5, ellas son las siguientes:

**Tabla 4-5.** Ventajas y desventajas de la técnica del relleno sanitario.

VENTAJAS	LIMITACIONES
<p>1. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante plantas de incineración o de compost.</p>	<p>1.La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado por diversas razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario. Se asocia el termino relleno sanitario al de botadero a cielo abierto</li> <li>• La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra.</li> </ul>
<p>2. Menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.</p>	<p>2. Rápido proceso de urbanización, que limita y encarece los pocos terrenos disponibles, obligando a ubicar el relleno en sitios alejados de la población.</p>
<p>3.El relleno método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de RSU</p>	<p>3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, por la falta de voluntad de las administraciones para invertir fondos necesarios a fin de asegurar su</p>

	correcta operación y mantenimiento.
4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.	4.No se recomienda uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.
5. Generación y recuperación de gas metano en rellenos sanitarios que reciben más de 500Ton/día, constituyendo fuente alternativa de energía para algunas ciudades.	5. La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.
6. Su emplazamiento puede estar tan cerca del área urbana, que reduce costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.	6. Requiere monitoreo luego de la clausura, no solo para controlar los impactos ambientales negativos, sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.
7. Permite recuperar terrenos, útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.	7. Ocasiona impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En el vecindario el impacto es generado por líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.
8. Funciona en corto tiempo como método de eliminación de residuos	8. Los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.
9. Considerado flexible porque puede	9. En general, no puede recibir residuos

recibir mayores cantidades adicionales de residuos con poco incremento de personal	peligrosos.
--	-------------

**Fuente:** (Jaramillo, 2002)

#### 4.6.2 Clasificación de los Rellenos sanitarios

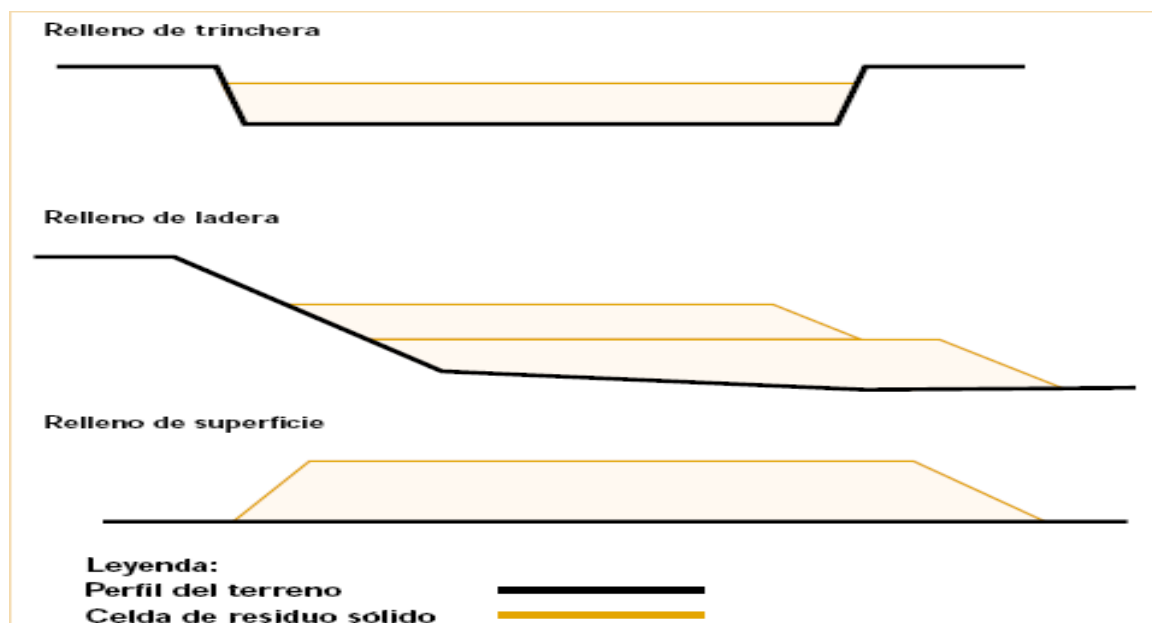
Bonmati (2008), clasifica los rellenos sanitarios según el método en tres tipos:

- ***Relleno de celda excavada o zanja.*** Cuando la capa freática es profunda, se excava la celda en profundidad mediante la técnica de trincheras. En este caso, la tierra que se ha vaciado se utiliza como material para la cobertura diaria y final. Generalmente es construido en zonas planas.
- ***Relleno de superficie o zona.*** Cuando no se puede excavar, porque la capa freática es muy superficial o por cualquier otro motivo, los residuos después de preparar el terreno, se disponen en superficie formando terrazas.
- ***Relleno de vaguada o ladera.*** Los residuos se disponen en la intersección entre dos vertientes opuestas de un valle o en una ladera. Es sumamente importante que no se sitúe en el cauce del río.

Lo anterior se puede apreciar a través de la Figura 4-3 donde se exponen los tipos de relleno sanitario más comunes.



**Figura 4-3:** Tipos de rellenos sanitarios más comunes.



**Fuente:** (OPS, 2007)

Dadas las características topográficas, físicas y geohidrológicas de la región en la que se construirá el relleno sanitario controlado, se recomienda utilizar el método combinado, iniciando trabajos con el método de trinchera y luego seguir con el método de área. La utilización de este método permite el ahorro del transporte del material de cubierta, así como también incrementar la vida útil del lugar.

### 4.6.3 Planificación del Relleno Sanitario.

Los principales puntos a definir a la hora de planificar la construcción de un relleno sanitario para gestionar los residuos de un determinado municipio o área geográfica son:

- Caracterizar los residuos, principalmente su composición y densidad.
- Determinar el volumen de residuos generados

- Determinar la vida útil del relleno, que normalmente se calcula de entre 10 y 20 años.
- Decidir la localización del relleno sanitario, tarea normalmente complicada, no solo porque debe cumplir unas condiciones técnicas mínimas, sino también porque normalmente provoca un fuerte rechazo social.

#### **4.6.4 Consideraciones para la localización del lugar**

De acuerdo a las normas establecidas en Colombia, Bonmati, (2008), menciona que “los rellenos deberán encontrarse en sitios suficientemente alejados de áreas urbanas, de manera tal de no afectar la calidad de vida de la población; y su emplazamiento deberá determinarse considerando la planificación territorial”. (p.99), el uso del suelo y la expansión urbana durante un lapso que incluya el período de post-clausura, debe ubicarse en sitios que no sean inundables.

La correcta localización del terreno permitirá racionalizar las inversiones requeridas, y minimizar los impactos ambientales. Los municipios deberán establecer pautas, mecanismos y normas para su cumplimiento, indicando las especificaciones para la adecuación de las obras al ámbito local. Por otro lado Bonmati, (2008), considera que para la elección de la localización de un relleno sanitario, se debe tener en cuenta:

- ***Distancia de transporte.*** Desde el punto de generación al relleno, ya que determina los costos de transporte.
- ***Restricciones de localización.*** Evitando la proximidad a núcleos habitados, cursos y nacientes de agua, etc.

- ***Disponibilidad suficiente de terreno.*** No solo se tiene que considerar la superficie necesaria para depositar los residuos que previsiblemente se generen durante la vida útil del depósito, sino también la superficie necesaria para las instalaciones de control de lixiviados, gases, etc.
- ***Criterios de accesibilidad.*** El acceso de tránsito pesado tiene que ser posible o en todo caso fácil de adecuar.
- ***Condiciones del suelo, topografía e hidrogeología de la aguas superficiales.***
- ***Condiciones climáticas.*** Es importante conocer, entre otras cosas, los vientos dominantes y el régimen de lluvias, ya que estos determinaran la forma de explotación.
- ***Condiciones geológicas e hidrológicas.*** No son aconsejables las zonas de las fallas o con actividad volcánica o con freáticos superficiales.
- ***Uso final del relleno una vez clausurado.*** Es interesante planificar que uso final se quiere dar al relleno sanitario, una vez finalizada su vida útil, ya que ello puede influir en su diseño y explotación.

#### **4.6.5 Macro-localización.**

Para Bonmati, (2008), “la localización del relleno sanitario controlado se debe realizar mediante continuas exploraciones de campo y está adscrita a encontrar un lugar apto para la construcción del mismo”. (p.123). En general, el área debe permitir un periodo de vida útil mínima de 5 años. Antes de buscar un lugar para un relleno, se debe calcular la cantidad de residuos sólidos que será colocada en el sitio de disposición final. De ello depende el tamaño y características del área. Una adecuada ubicación del lugar es

de gran importancia debido a que admitirá racionalizar las inversiones solicitadas, y disminuir los impactos ambientales.

#### **4.6.6 Restricciones en la localización y Distancias mínimas**

Para la identificación y localización de áreas potenciales para la disposición final de residuos sólidos, se tuvo en cuenta los criterios y metodología expuestos en el artículo 5 del decreto (N° 838 de 2005 del Ministerio del Medio Ambiente y de los recursos Naturales de la Republica de Colombia), ellos son:

- Capacidad.
- Ocupación Actual del área.
- Accesibilidad vial. Condiciones del suelo y Topografía.
- Distancia entre el perímetro urbano, respecto al área para la disposición final de residuos sólidos, mediante la tecnología de relleno sanitario.
- Disponibilidad de Material de cobertura.
- Densidad poblacional en el área.
- Incidencia en la congestión de tráfico en la vía principal.
- Distancias a cuerpos hídricos.
- Dirección de los vientos.
- Geo formas del área respecto al entorno.
- Restricciones en la disponibilidad del área.
- Cuerpos de agua y Fuentes de agua potable.

Además se tuvieron en cuenta estas otras restricciones:

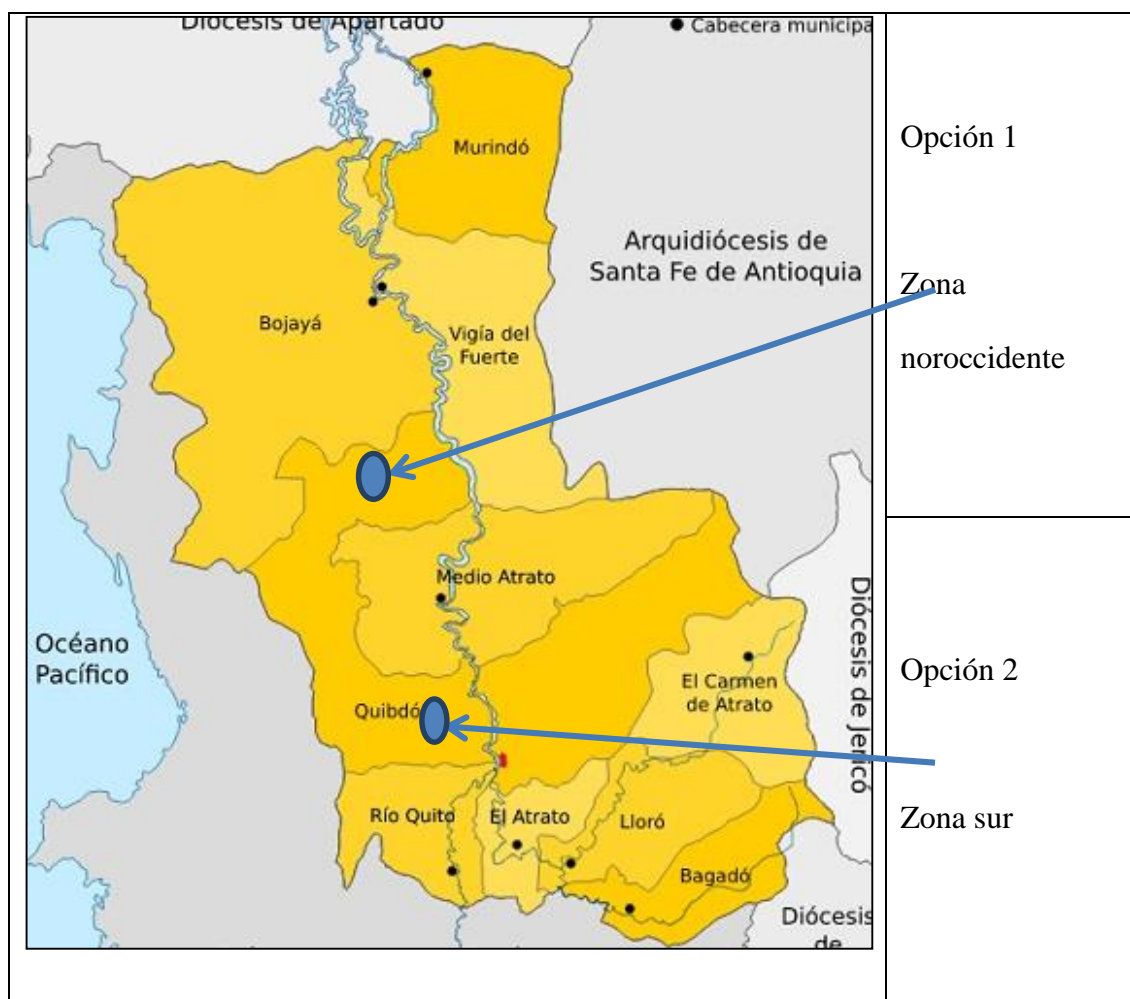
- Aeropuertos.
- Obras Civiles.
- Zonas de riesgo sísmico alto.
- Fuentes subterráneas.
- Áreas inestables.
- Aprobación de la CAR Regional.

#### **4.6.7 Micro-localización**

Para la construcción del relleno sanitario controlado en la región, se proponen dos opciones de micro-localización, que se muestran en el mapa 4-1; la primera de ellas se encuentra situada en la región noroccidente del municipio y la otra en la región sur. La localización definitiva exacta será la que defina la CAR Regional.

Tanto la opción 1 como la opción 2 garantizan que el cuerpo del relleno quede localizado por lo menos a un kilómetro de distancia del cuerpo de agua más próximo. Además se pueden construir vías de acceso que cumplan con lo establecido previamente. Se trata de terrenos planos, suficientemente extensos como para que el relleno opere al menos por 20 años, y se encuentran dentro del perímetro urbano del municipio.

**Mapa 4-1:** Opciones de localización del relleno sanitario.



**Fuente:** (Diócesis de Quibdó, 2012)

#### 4.6.8 Diseño y construcción.

De acuerdo a Bonmati, (2008), “el diseño y construcción del relleno debe basarse en los estudios preliminares de la zona, en las normas de construcción (requerimientos de aislamiento del vaso, recuperación del gas del vertedero, etc.) y en la supervisión y control del medio ambiente”. (p.98). Las etapas de construcción son:

- **Preparación de la zona.** Etapa en que se construyen los accesos al vertedero, los drenajes superficiales para desviar la escorrentía superficial, edificios auxiliares y la báscula de control de acceso y se delimita y se restringe el acceso mediante una valla perimetral. En la zona de control de ingreso se verifica la entrada de los vehículos al relleno. El área de pesaje está compuesta por básculas y oficina donde se registra el peso de los vehículos al ingresar y al salir, con el propósito de establecer el peso depositado. A manera de ejemplo se presenta la estación de pesaje del relleno sanitario de Barranquilla la cual se puede observar en la Figura 4-4.

**Figura 4-4:** Estación de pasaje de camiones



**Fuente:** (Peralta, 2010)

- **Preparación de la zona de vertido.** La preparación de la zona de vertido se inicia con la excavación de la zanja o vaso y con el aislamiento del fondo y de

los laterales. Normalmente, existen normas técnicas de cumplimiento obligado para el aislamiento de los vasos

#### **4.6.9 Características del Relleno Sanitario Controlado.**

En general, las principales tareas que se deben realizar en un relleno sanitario controlado en operación son:

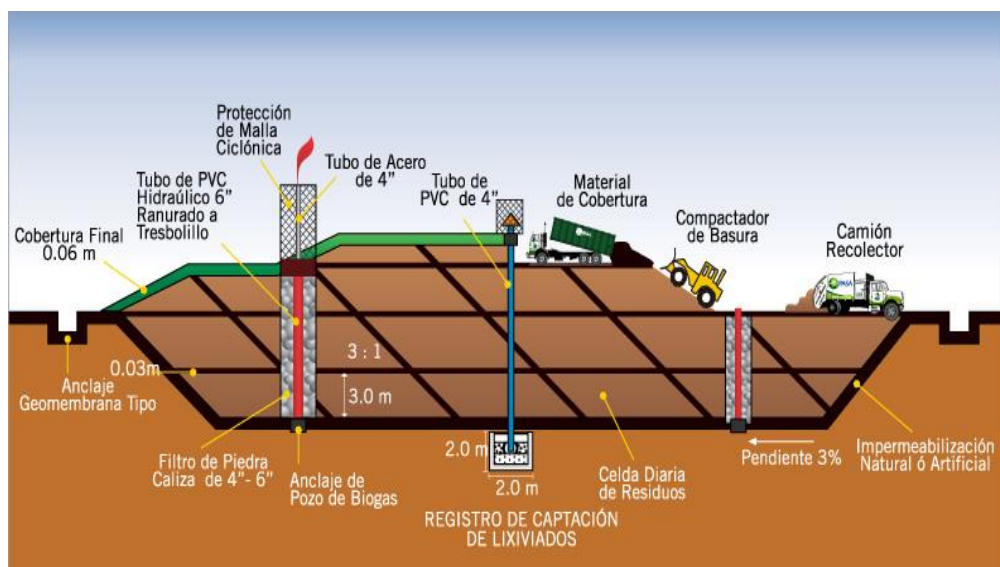
- Recepción de los residuos sólidos.
- Formación de una celda diaria con los residuos.
- Compactación de la celda.
- Enterramiento.
- Mantenimiento de los equipos y dispositivos del relleno sanitario controlado
- Control del volumen y tipo de residuos que ingresa.

El sector donde se disponen los residuos se denominan celdas o módulos de disposición. Previa construcción de las celdas se deberán ejecutar medidas técnicas y operativas de protección ecológica y ambiental tales como: construcción de celdas de disposición con completa impermeabilización, coberturas diarias, control de lixiviados, colocación de chimeneas de venteo etc. El sistema de impermeabilización para los niveles medio y bajo de complejidad del sistema se realiza a través de la colocación de una capa impermeable de arcilla. Para los niveles alto y medio alto, el sistema de impermeabilización debe constar de una capa de arcilla e instalación de geomembrana

En la Figura 4-5 y 4-6 se presentan fotografías que ilustran la secuencia del proceso de operación del relleno.



Figura 4-5: Operación general del relleno Sanitario



Fuente: Bonmati, (2008).

Figura 4-6: Operación del relleno sanitario.





**Fuente:** (La FM. COM.CO, 2013)

#### 4.6.10 Prevención de la Contaminación en el Relleno.

Con el propósito de evitar la presencia de animales de carroña y la propagación de partículas y de olores, las zonas del relleno que sean utilizadas cada día, deberán ser cubiertas mediante lonas plásticas de forma similar a lo que se observa en la Figura 4-7.

**Figura 4-7: Cierre diario del área de relleno.**



**Fuente:** (Mega noticias Salamanca, 2015)

Adicionalmente, una vez esparcido el material en el relleno, se debe proceder a su fumigación, para control de plagas de insectos y de roedores, tal como se ilustra en la Figura 4-8.

**Figura 4-8:** Fumigación.



**Fuente:** ( HSB Noticias,2012)

En esta etapa, también se instala el sistema de drenaje y almacenaje de lixiviados y se inicia la instalación del sistema de recuperación de los gases. Normalmente, este último se va instalando durante el periodo de explotación del vaso, para iniciar la recuperación del gas tras la clausura total o parcial.

#### **4.6.11 Líquidos lixiviados o percolados.**

Según Bonmati (2008), “los lixiviados son líquidos malolientes de color negro, parecido a las aguas residuales domésticas, que se forman por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contienen en forma disuelta o

en suspensión”. (p.54). Son sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos o los cuerpos de agua, provocando su deterioro y representan un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

#### **4.6.12 Recolección, tratamiento y control de Lixiviados**

Este autor señala que, el manejo de lixiviados, es un aspecto de seguridad importante, ya que estos líquidos pueden afectar aguas superficiales e importantes acuíferos. El cálculo de los lixiviados que se generan de un relleno sanitario se hace mediante un balance de agua, en el que se tiene:

- **Entradas.** Agua filtrada en mayor cantidad, agua aportada por el residuo y agua aportada por el material de cobertura.
- **Salidas.** Perdidas por la parte inferior del vaso, agua consumida en la formación de gas, perdidas por vapor de agua, evaporación durante el vertido y capacidad de campo del depósito.

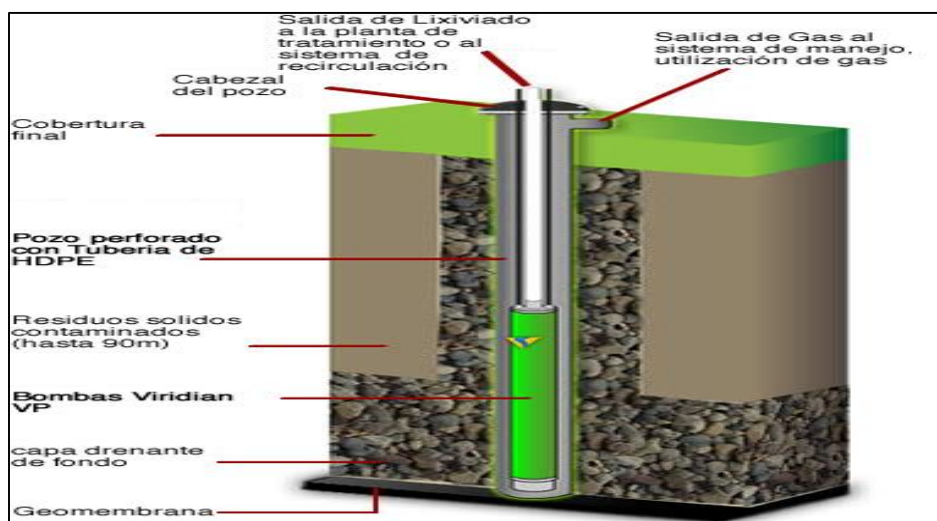
El control de estos lixiviados se realiza mediante el aislamiento del fondo y las paredes del vaso del vertedero, la instalación de un sistema de drenaje para extraer el lixiviado que se genera, una cobertura con material de baja capacidad de infiltración y una gestión correcta de las aguas superficiales (drenajes para evitar la escorrentía superficial, etc.).

De igual forma, en regiones con condiciones extremas de precipitación pluvial mayor de 3000 mm/año como en la que se pretende construir el relleno sanitario controlado,

donde resulta difícil el manejo debido a la gran cantidad de lixiviado que se puede generar cuando la lluvia cae directamente sobre el área rellena, se recomienda:

- Sobredimensionar el sistema de drenaje a construir en el terreno.
- Construir el relleno de manera que se tengan áreas estrechas de trabajo, es decir el avance debe hacerse más en altura que en área.
- Introducir en las operaciones de rutina diaria, el cubrimiento de las celdas y áreas superficiales de las zanjas terminadas temporalmente, con material plástico, a fin de impedir la infiltración de aguas de lluvias a través de los residuos sólidos. Este método puede disminuir en un 90 o 95% el lixiviado.
- Aplicar la cobertura final y de inmediato sembrar grama sobre las áreas terminadas del relleno. En las Figuras 4-9 y 4-10 se ilustran la infraestructura y las instalaciones utilizadas para el tratamiento de lixiviados en un relleno sanitario.

**Figura 4-9:** Infraestructura utilizada en la extracción de líquidos lixiviados en un relleno sanitario.



**Fuente:** viridiancolombia.com

En la parte más baja del relleno sanitario, se deberá construir una laguna de captación de lixiviados conducidos por los drenes primarios y secundarios, en la que se somete a un tratamiento para evitar que el mismo genere efectos ambientales indeseables, la cual será de forma cónica invertida, esta se dimensionara de acuerdo a la cantidad de residuos totales, la pluviometría media anual, coeficiente de infiltración y evapotranspiración máxima anual.

**Figura 4-10:** Instalaciones para el tratamiento de lixiviados.



**Fuente:** ([www.agenciadenoticias.unal.edu.](http://www.agenciadenoticias.unal.edu.))

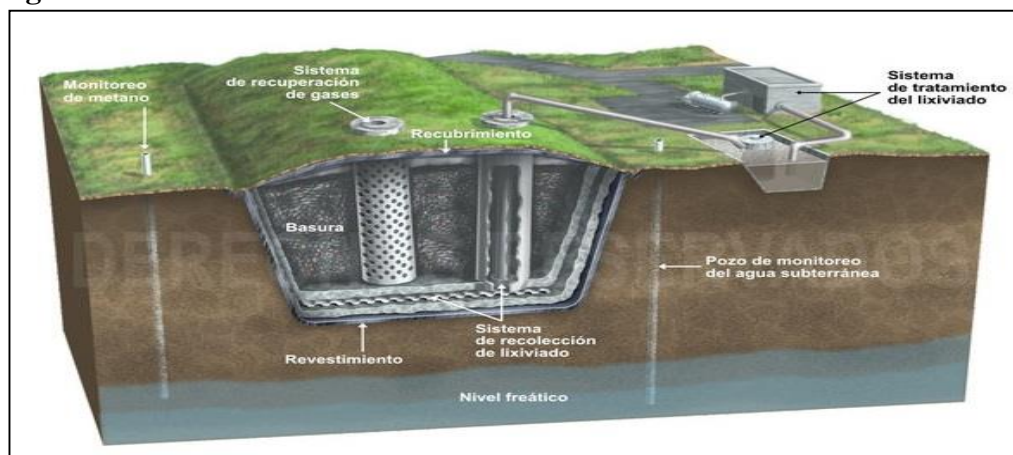
#### **4.6.13 Control de Gases de Relleno Sanitario Controlado.**

Los gases del relleno sanitario, junto con el lixiviado, son los elementos que se generan como salida luego de la aplicación de la técnica de relleno sanitario como sistema de disposición final. El control de gases se realiza para prevenir el movimiento indeseable de estos hacia la atmosfera y hacia los suelos circundantes.

La construcción de las chimeneas se hará desde el fondo del módulo de disposición y deberán estar conectadas a los drenajes de lixiviado de acuerdo al avance del relleno. Según Sánchez (2010), “este gas también puede ser usado junto con gas natural como combustible. Afirma también, que reduce los riesgos de explosiones sin control asociados con concentraciones atrapadas de metano”. (p.78).

Así pues, es necesario ubicar de manera ordenada en el relleno, cada uno de los componentes que la integran: La capa vegetal o recubrimientos, el sistema de tratamiento de lixiviados, el sistema de recolección de lixiviados material de relleno, el sistema de recuperación de gases, pozos de monitoreo de agua subterránea, la capa vegetal que recubrirá la zona, y los equipos de monitoreo de gases y del agua que eventualmente corra de manera subterránea en la zona de relleno. En este sentido se justifica la construcción de la anterior infraestructura debido a las altas precipitaciones por encima de los 8.500 mm/año, y a la existencia de acuíferos y pequeñas quebradas en la zona. A manera de ejemplo la Figura 4-11, muestra la manera como están dispuestos los diferentes elementos de un relleno sanitario.

**Figura 4-11:** Sistema de tratamiento de lixiviados



Fuente: (Nuevo Ambiente 2010)

El relleno debe contar con un sistema permanente de tratamiento de lixiviados que faciliten su extracción y transporte hacia el sitio en donde se instala el sistema para su tratamiento; así mismo; el fondo de las áreas de relleno debe recubrirse y una vez que se completa la capacidad de almacenamiento, se debe cubrir el material con una capa vegetal.

#### **4.6.14 Pozos de Monitoreo.**

Como resultado de los mecanismos de descomposición de los RSU que ocurren en un relleno, se generan gases, líquidos y otros productos que alcanzan las fuentes de agua. Para evitar lo anterior, se recomienda la instalación de varios pozos de monitoreo para detectar la posible contaminación del agua subterránea que resulta de la construcción del relleno sanitario.

#### **4.6.15 Cubierta final**

Una vez terminada la vida útil de un relleno sanitario, es necesario clausurarlo mediante la cobertura final y consiste en la colocación de una capa de tierra arcillosa compactada de 120 cm de espesor, sobre la última capa de residuos dispuestos en las plataformas de elevación. Bonmati (2008). El objetivo es sellar el vertedero para evitar la entrada de agua. La configuración típica es: tierra vegetal, geotextil, capa drenaje (arena 30cm), geomembrana, arcilla compactada (60cm), tierra compactada (30cm) y residuos. El criterio de elección de la mencionada cubierta debe perseguir los siguientes objetivos:

Minimizar la infiltración de las precipitaciones pluviales en la masa de residuos.

- Debe aislar del medio ambiente los residuos sólidos rellenos.



- Promover un eficaz drenaje de la superficie.
- Resistir la erosión.
- Facilitar el mantenimiento del perfil del relleno (pendientes).
- Restringir la migración del gas (o favorecer su recuperación).
- Minimizar su mantenimiento en el largo plazo.
- Mejorar la apariencia de los residuos sólidos.
- Proteger la salud de las personas y el medio ambiente

#### **4.6.16 Conformación Final**

La conformación final de la topografía y/o geometría del relleno sanitario para la clausura del mismo depende de la conformación que se le haya ido dando durante su explotación y la disposición continuada de las celdas o módulos. El ajuste topográfico final debe adecuarse al paisaje de la zona procurando en todo caso formas suaves y redondeadas.

La Tabla 4-6, muestra los dispositivos y equipamientos básicos, utilizados en la construcción de rellenos sanitarios, con base a parámetros y metodología establecidos en el decreto N°838, 2005, sobre disposición final de residuos sólidos para las entidades territoriales en Colombia.

**Tabla 4-6.** Principales Dispositivos y equipamientos básicos de un relleno sanitario controlado

Aspecto	Equipo/Dispositivo	Utilidad
<b>Control de contaminación de aguas</b>	Impermeabilización del suelo	Impide el paso de lixiviados hacia los mantos de agua subterráneas.
	Canaletas de captación de aguas de escorrentía superficial	Evita la penetración de agua superficial al vertedero, reduciendo la producción de lixiviados.
	Drenes de recolección y evacuación de lixiviados	Limita la infiltración de lixiviados hacia las aguas subterráneas y reduce el riesgo de afloramiento de los mismos.
	Planta de tratamiento de lixiviados	Reduce el poder contaminante del lixiviado

Fuente: Decreto N° 838, 2005

**Tabla 4-6.** Principales Dispositivos y equipamientos básicos de un relleno sanitario controlado. (Continuación)

Aspecto	Equipo/Dispositivo	Utilidad
<b>Control de contaminación de aguas</b>	Pozo de supervisión	Facilita la supervisión de la calidad del agua subterránea para detectar posibles fallas en el sistema
<b>Control de olores y gases</b>	Chimeneas de gases	Permite evacuar controladamente los gases evitando riesgos de incendios, explosiones o afloramientos de gas en zonas vecinas.
	Enterramiento y compactación con maquinaria adecuada (compactador, tractor, etc.)	Es la esencia del método del vertedero controlado, permite confinar el residuo sólido.
<b>Reducción del impacto paisajístico</b>	Cercos perimétricos con vegetación preferentemente nativa	Aísla y delimita el sitio. Reduce la diseminación de olores.

		Atrapa RSU que se pueden desplazar por la acción del viento
<b>Seguridad y salud laboral</b>	Caseta de control	Posibilita controlar la cantidad y tipo de residuo que ingresa en el sitio.
	Almacén, vestuario y servicio higiénicos	Facilita la higiene de los trabajadores y el almacenamiento de ropa de trabajo, equipos y herramientas
	Equipos de protección individual (guantes, mascarillas, etc.)	Protege al personal de contraer enfermedades y minimiza los impactos de accidentes laborales.

**Fuente:** Elaboración propia con información de (OPS, 2002)

#### **4.6.17 Clausura y Post clausura**

El plan de cierre del relleno sanitario comprende el cese de las operaciones en dicha instalación, en conjunto con el desmantelamiento total de su infraestructura y el recubrimiento de todos los desechos. De esta forma los planes de cierre se enfocan en el recubrimiento de todas las fosas, con tierra, instalación de chimeneas que permitan la

salida del metano y otros gases, en el relleno. Una vez cubiertos los desechos de las fosas serán sembrados en la parte superior plantas propias del lugar con el objeto de crear bosques y jardines.

#### **4.6.18 Componentes del costo del relleno sanitario**

En la construcción, operación, cierre y mantenimiento posterior del relleno sanitario controlado no se pueden dar costos exactos, ya que son las diferentes condiciones locales que lo determinan. El municipio debe tener en cuenta muy bien su situación económica-financiera y sus pretensiones en el aspecto ambiental para decidir qué tipo de relleno sanitario, desea, realiza y debe construir. Para eso, debe realizar un estudio de factibilidad, valorando otros tipos de relleno sanitario, al igual que tratamiento de gases y aguas lixiviadas, para resolver que método es el más apropiado para el municipio. Revisados los costos en que incurre el municipio, es necesario conocer la factibilidad de lograr la sostenibilidad financiera. Una desagregación de los costos, en costos de inversión y costos de operación y mantenimiento puede ayudar a establecer el nivel de factibilidad y sostenibilidad financiera que se tendría apelando a los recursos económicos de la localidad. Una variable que afecta notoriamente los costos de operación del relleno sanitario así como las características y los costos de los equipos de transporte es la cantidad y la cantidad de lixiviados generados en el proceso. Bonmati (2008).

Igualmente debe considerarse si el servicio de aseo será prestado por una empresa privada, el municipio debe definir un mecanismo de compensación económica por tonelada recogida, transportada y dispuesta en el sitio de relleno, así como por el servicio de barrido de áreas de uso público. Esta tarifa por tonelada no necesariamente refleja todos

los costos generados por otras actividades como la facturación, y es probable que el municipio deba aportar una parte de los recursos fiscales para cubrir la totalidad de los costos, debido a que, el dinero recaudado de los suscriptores normalmente no alcanza a cubrir todos los costos generados para la operación del servicio. Según Bonmati (2008), “es necesaria la implementación de una recaudación real por el servicio, no únicamente de recolección, sino que abarque costos de transporte al relleno, disposición final, tratamiento de gases, lixiviado y control de plagas entre otros”. (p.76). En la Tabla 4-7 se puede apreciar un resumen de los costos de habilitación de relleno sanitario estimados en pesos constantes colombianos para el año 2014.

**Tabla 4-7.** Costos de habilitación en pesos constantes (Millones) Colombianos para el año 2014 de relleno sanitario para la ciudad de Quibdó.

Concepto	Unidad	Costo (\$)	Participación (%)
Estudios y diseño	-	-	
Terreno	Unidad	41.078.626	3.24
Obras preliminares	Global	15.757.000	1.23
Vía de acceso externa	Global	38.034.590	2.99
Vía de acceso interno	Global	27.536.483	2.16
Área administrativa y de almacenamiento	Global	92.547.775	7.27
Caseta de bascula	Global	38.837.000	3.05
Bascula	Global	145.000.000	11.41

Construcción de relleno	Global	249.039.034	19.59
Adquisición de maquinarias	Global	623.647.887	49.06
	Sub total	1.271.478.395	100

Fuente: Elaboración propia con información de Erazo, R. (2000)

En cuanto a los costos de operación en la vida útil del relleno sanitario (20) años durante la primera fase en 30 Has, se puede observar que el costo total asciende a la suma de \$19.626.871.427 millones de pesos constantes Colombianos, siendo el costo más oneroso la conformación de plataformas de residuos sólidos por \$17.555.965.602 que representan el 89,47%, por último los menos significativos son los invertidos en la adquisición de herramientas por \$3.365.225 que significan el 0.01% de los costos de operación. En relación a los costos de operación en la Tabla 4-8 se ilustran los precios calculados en pesos colombianos incurridos en este aspecto, para el año 2014.

**Tabla 4-8.** Costos de operación en pesos constantes Colombianos para el año 2014 de relleno sanitario para una vida útil de 20 años.

Concepto	Unidad	Costo (\$)	Participación (%)
Trabajos preliminares	Global	1.469.362.812	7.49
Vía de acceso interna	Global	15.190.658	0.07
Conformación de plataformas de residuos solidos	Global	17.555.965.602	89.47
Sistema de tratamiento de gases	Global	19.198.787	0.09

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Participación (%)</b>
Sistema de tratamiento de lixiviados	Global	461.610.562	2.35
Cercos perimetrales	Global	102.177.781	0.52
Adquisición de herramientas	Global	3.365.225	0.01
	Sub total	19.626.871.427	100

Fuente: Elaboración propia con información de Erazo, R. (2000)

Por otro lado se han estimado igualmente los costos de clausura del relleno sanitario, los cuales se muestran en la Tabla 4-9, observándose que el costo total asciende a \$373.929.177 Millones de pesos constantes colombianos para el año 2014, siendo el costo más significativo, la inversión hecha en la cobertura final por \$337.461.737, el cual corresponden al 94,24% de los recursos, costos que se incrementarían por el alza anual que se presentan en los combustibles en Colombia.

**Tabla 4-9.** Costos de clausura en pesos constantes Colombianos (millones) para el año 2014 de relleno sanitario controlado.

<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo (\$)</b>	<b>Participación (%)</b>
Cobertura final	Global	337.461.737	90.26
Instalación de quemadores	Global	19.892.633	5.31
Vegetación	Global	16.574.807	4.43
	Sub total	373.929.177	100

Fuente: Elaboración propia con información de Erazo, R. (2000)



#### **4.7 Financiamiento.**

Fuera del financiamiento del manejo actual de los RSU por medio de tarifas, cargos por servicios o derechos, otros de los mecanismos de financiamiento que se han identificado para el desarrollo del presente sistema son los siguientes:

**1. Recursos Municipales.** usualmente obtenidos a través de impuestos de industria y comercio, predial unificado y la posible creación de un impuesto ambiental mediante la presentación de un proyecto de acuerdo al concejo por parte de la administración municipal.

**2. Presupuesto del Tesoro Público.** Recursos provenientes del gobierno nacional, cuyo destino final depende de las prelación que el municipio tiene para atender los problemas sectoriales, regionales y municipales en salud, ambiente, y desarrollo sostenible asociados a los residuos sólidos compatibles con las atribuciones y responsabilidades según la ley, será una de las alternativas financieras más inmediatas. Se incluyen en este rubro a los recursos directamente recaudados por las instituciones del estado.

**3. Fondos Especiales de Desarrollo regional y Municipal.** La utilización de fondos para el desarrollo regional y municipal serán priorizados para el sector de residuos sólidos, especialmente para las acciones destinadas a la normalización, educación y promoción de la inversión privada.

**4. Cobros a particulares por servicios específicos.** Se originan cuando la municipalidad brinda algún servicio específico a un cliente o clientes particulares (parqueo de vehículos, uso de terminales portuarios, etc.)

**5. Créditos.** Los municipios pueden acceder a créditos del gobierno nacional (Ministerio de hacienda, Findeter) o de la banca privada. Esta práctica no es muy común debido a las altas tasas de interés y cortos periodos de pago. Generalmente estos créditos, son poco viables, debido a que la gran mayoría de los municipios de Colombia, no cuentan con recursos suficientes para el financiamiento y ejecución de este tipo de proyectos.

**6. Aportes monetizables del sector privado.** Algunas empresas privadas están dispuestas a invertir en la construcción de instalaciones de manejo de los RSU a cambio d contratos de concesión, ello representa de algún modo una fuente de recursos para el municipio

**7. Canje de deuda por medio ambiente.** Este mecanismo es importante para el país y la región, dada su gran riqueza en biodiversidad. Los proyectos que se presenten deben ser orientados a captar recursos especialmente los fondos contravalor

**8. Fondos Mundiales para el Desarrollo sostenible.** Incluyendo los fondos de cooperación técnica y financiera extranjera o internacional, donaciones de fundaciones para la protección del medio ambiente, son atractivos porque normalmente no son reembolsables. Además no constituyen una fuente segura y permanente de capital. Los proyectos asociados a la gestión de residuos sólidos, cuentan con los componentes esenciales para obtener dichos fondos, ligados a la atención de la pobreza, medio rural, mujer, medio ambiente y desarrollo sostenible.

#### **4.7 Directrices para la sostenibilidad económica, social, y ambiental del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos urbanos en el Municipio de Quibdó.**

La adopción de un sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU demanda fundamentalmente voluntad política de los representantes del poder gubernamental. Es el poder gubernamental que debe coordinar el proceso de elaboración de la política de gestión de los RSU, desarrollada de manera que integre a todos los actores involucrados con la cuestión.

Al mismo tiempo según Valderrama (2011), “el sistema deberá definir un acuerdo institucional posible y aplicable, que considere las características locales, la etapa de desarrollo del sistema de residuos sólidos, la capacidad operacional y económica de la administración municipal y que atienda al marco legal y regulatorio vigente”. (p.90) También debe realizarse bajo un marco legal y regulatorio para el sector, el cual debe estar constituido identificando el vacío legal existente y proponiendo la creación de instrumentos legales y normas técnicas, teniendo siempre en consideración la realidad local.

El sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU del municipio de Quibdó debe buscar la minimización de los residuos en la fuente generadora, la optimización de la reutilización y reciclaje de los materiales reciclables, el tratamiento y la disposición adecuada en rellenos sanitarios. De la misma forma, ha de promoverse la erradicación de los vertederos y la recuperación de las áreas degradadas. Igualmente promover soluciones regionalizadas con vistas a la economía de escala, consorcios

intermunicipales para implantación de relleno sanitario, y centrales de comercialización de materiales reciclables. La gestión implementada debe integrar y apoyar a la organización de los recicladores y crear canales de participación para promover la gestión compartida y el control social de la gestión de RSU.

En concordancia con lo anterior, el sistema a implementar debe garantizar la universalización y la calidad de los servicios prestados y buscar la sostenibilidad económica mediante el cobro de tasas/tarifas, socialmente justas, conforme la capacidad de pago de la población atendida. Se debe definir e implantar un sistema de cobro por los servicios prestados diferenciados que la comunidad acepte, y que se condicione este cobro al perfil del generador.

A continuación se mostraran las directrices para la construcción del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU, que pueden servir como referencia en la construcción del mismo en la ciudad de Quibdó.

#### **4.7.8 Sostenibilidad Económica.**

La sostenibilidad económica del sistema ambiental sostenible para la gestión de RSU puede garantizarse por mecanismos de tributación, financiación, recuperación energética, canje de deuda por medio ambiente, fondos mundiales para el desarrollo y por medio de modalidades de tratamiento y la disposición final de los mismos.

En lo referente a los mecanismos de cobro de servicios de recolección, es necesario que se establezca un sistema efectivo de costos, de acuerdo con la realidad local. Al mismo tiempo se deben establecer tarifas justas. Para que haya aceptación por parte de la

población, es imprescindible sensibilizar a la población sobre la importancia de pagar los servicios suministrados el aprovechamiento de los residuos y su disposición final, a establecerse paralelamente a la cobranza de tarifas, es hacer efectivo el principio del generador pagador. En este principio la sociedad civil responsabiliza al sector privado por el exceso de residuos generados, considerándolos un pasivo de alto impacto ambiental.

Son factores constitutivos de la sostenibilidad económica:

- Identificación de flujos de residuos, cuantificar y caracterizarlos, determinar las causas y fuentes de generación, igualmente sus costos. Es fundamental estudiar los elementos funcionales que lo conforman, generación, recolección, transporte, tratamiento, y disposición final y establecer los impactos ambientales de cada uno de los mismos.
- Creación de instrumentos efectivos de cobro de los servicios municipales de aseo.
- Instituir una política tributaria ambiental (impuesto verde);
- Creación de mecanismos de regulación de los servicios que cobren tarifas susceptibles de control social.
- Asegurar que las tasas o tarifas que se cobren por prestación de servicios de residuos sólidos se fijen, en función de su costo real, calidad y eficiencia.
- Disponer de amplia gama de instrumentos económicos para darle cumplimiento a las normas ambientales.

Para concluir, se propone como solución el tratamiento y disposición final de rellenos regionalizados para conseguir economías de escala, contribuyendo a la sostenibilidad económica mediante la reducción del gasto público. De igual manera, es pertinente la creación de redes de información y/o la potenciación de las ya existentes posibilitando el

acceso a la información por los sectores involucrados en la gestión integrada y sostenible de RSU.

#### **4.7.9 Sostenibilidad Social.**

La sostenibilidad social del sistema propuesto comprende tres vertientes: la asociación de recicladores, la participación de la comunidad y el control social. El sistema ambientalmente sostenible de residuos sólidos urbanos debe reconocer el valor económico, social, ambiental y organizativo del trabajo de los recicladores, como integrantes del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos que se da actualmente en la ciudad de Quibdó.

- Promover la prevención de la contaminación, la minimización de residuos, la preservación ambiental y la protección de la salud;
- Eliminar los lugares de disposición a cielo abierto con integración de los recicladores en condiciones dignas de trabajo; y promover la recuperación de las áreas degradadas.
- Creación de condiciones por parte del municipio para asociar los recicladores al sistema, específicamente al elemento funcional de recolección selectiva, separación y tratamiento de los materiales reciclables;
- Crear normas que faciliten y orienten el emprendimiento comunitario, cooperativista y solidario.
- Disponibilidad de recursos para capacitación técnica, gerencial y organizativa de los recicladores y líderes comunitarios;
- Fomentar la capacitación y formación de profesionales del sector de residuos sólidos;

- Incluir la gestión de los residuos sólidos en el programa escolar; La participación de la comunidad en la gestión de residuos es factor fundamental, cada individuo es generador de residuos potencialmente y puede, a partir del lugar de generación domicilio, trabajo, escuela, negocio, y otros incorporar prácticas que lleven a minimizar la generación y a participar en programas de recolección selectiva, separando los reciclables y acondicionándolos adecuadamente. La participación social presupone que la población esté informada y sensibilizada para participar de las decisiones y políticas públicas del municipio. El control social dependerá de la propuesta de políticas públicas y acompañamiento y evaluación de su implementación. Para esto se requiere la implementación de canales que permitan la efectiva intervención de la sociedad, y desarrollo de programas de educación.

Son factores estructurantes de la participación y control social:

- El desarrollo de procesos y de mecanismos de construcción participativa, para toma de decisiones en la definición de modelos coherentes con la visión de gestión ambiental y sostenible;
- Informar a la población sobre las ventajas del sistema ambiental sostenible de gestión de residuos sólidos urbanos, así como del principio de las 4Rs, y promover la aceptación social de alternativas de las tecnologías utilizadas;
- Formación, en la enseñanza formal e informal, para adoptar y valorar prácticas participativas en el sistema de residuos sólidos;
- Construir mecanismos, instrumentos e instancias que garanticen el control social sobre la gestión de residuos sólidos.

De ahí que, el sistema que se pretende desarrollar a de caracterizarse por el flujo de los residuos en las etapas consecutivas de la gestión, acondicionamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final teniendo en cuenta a todos los sectores, agentes y aspectos involucrados, desde la fuente generadora hasta la disposición en el suelo, de forma segura.

#### **4.7.10 Sostenibilidad ambiental y las 4Rs.**

En este contexto, la sostenibilidad ambiental que se busca desarrollar, presupone la efectiva implementación a nivel local, de las recomendaciones de la Agenda 21 priorizando en los principios de las 3Rs: reducción de la generación, reutilización poniendo énfasis en el retorno y reciclaje de materiales, con posterior tratamiento y/o disposición final adecuada de la masa resultante de desechos. Posteriormente Brown, (2005) introdujo una 4ªR (recuperación) y estableció tres principios para alcanzar el sistema ambientalmente sostenible para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos:

Los aspectos funcionales como reducción en la fuente generadora, segregación, recolección, distribución y disposición final deberán operar de manera coordinada (2) las actividades de manejo de residuos están coordinados en el espacio y en el tiempo, y (3) las instancias institucionales deberán trabajar juntas, en todos los niveles de gobierno. Se incorporó la 4ª.R con el sentido de recuperación de materia que representa valor económico que se podría implementar a futuro.

Complementariamente en el marco de la sostenibilidad ambiental social y económica del sistema, referente a la reducción de la generación de residuos, algunos de los factores que deben ser considerados según Günther, y Grimberg (2005) son:



- Incorporar la minimización de residuos en la fuente generadora en las políticas del sistema buscando la sostenibilidad ambiental.
- Crear instrumentos económicos que tributen o incentiven a los productores con relación a la cantidad y calidad de los residuos generados en el post-consumo;
- Instituir la responsabilidad de la sociedad a través del cobro de tasas municipales, referente a la cantidad de residuos producidos por los diversos generadores;
- Incentivar la participación activa de los generadores en la separación de los residuos en la fuente e implementación de recolección diferenciada para los diversos segmentos de residuos separados por tipo;
- Crear centros de separación de materiales reciclables, para promover su valorización y optimizar el reciclado;
- Incentivar la creación de organizaciones de recicladores que participen de la recolección selectiva, separación y pre tratamiento de residuos, en la colaboración con la sociedad civil, el sector privado y el sector público municipal;
- Incorporar materiales recolectados en los procesos productivos;
- Incentivar la creación de empresas de reciclaje y el consumo de materiales reciclados;
- Desarrollar y emplear tecnologías de reciclaje de desechos sólidos urbanos, que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental, económico y de salud;
- Desarrollar el mercado de reciclables localmente, con proyecciones de oferta y demanda de los productos reciclados, para poder definir estrategias de reciclaje que se adapten a las necesidades, recursos y condiciones locales;

- Implantar en el futuro sistemas de relleno sanitario eficientes de captación del biogás para optimizar su recuperación y reducir al máximo su emisión en el ambiente, reduciendo los gases de efecto invernadero;
- Establecimiento de acciones orientadas a recuperar las aéreas degradadas por la descarga inapropiada e incontrolada de los residuos sólidos, mediante el desarrollo de programas encaminados a la recuperación y restauración ambiental, social y económicamente de los espacios degradados como botaderos.
- Establecimiento de acciones destinadas a evitar la contaminación del medio acuático, eliminando el arrojado de residuos sólidos en cuerpos o cursos de agua

#### **4.7.11 Marco Legal y Reglamentario.**

Actualmente, la legislación existente en el sector se encuentra dispersa en varias normas, lo que dificulta la implementación del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de residuos sólidos en Quibdó, por lo que deben considerarse el establecimiento de pautas básicas para la constitución de un marco legal y reglamentario para la implementación del sistema en la ciudad de Quibdó, ellas son:

- Implantar, en los diferentes niveles de administración pública Municipal, la política del sistema ambiental sostenible para la gestión de RSU, articulada a las demás políticas de gobierno para el ordenamiento del sector;
- Constituir entidades competentes con recursos humanos capaces diseñar estrategias y programar actividades, monitoreando su cumplimiento y sancionando a los que no cumplen las normas.
- Instituir un código municipal de limpieza urbana;

- Crear acuerdos específicos y la reglamentación sobre limpieza pública y de residuos sólidos;
- Crear una ley para autorizar las soluciones regionales (intermunicipales);
- Incorporar en los acuerdos de uso del suelo del municipio la reserva de áreas para ubicar sitios para la disposición final;
- Instituir una licencia municipal para los sitios de disposición final ;
- Reglamentar la actuación de las asociaciones comunitarias y/o cooperativas de recicladores en el sistema ambiental sostenible de gestión de RSU;
- Establecer responsabilidades y competencias para la actuación de cada actor involucrado en el sistema;
- Establecer normas e instrumentos que definan responsabilidades post consumo, de manera que induzcan a los distintos actores a la adopción de las 4Rs - reducción , reutilización, reciclaje y recuperación de energía y biomasa;
- Establecer límites de emisión, modelos de calidad ambiental e indicadores de salud.
- Establecer restricciones legales y sanciones administrativas, civiles y penales sobre las que debe operar el sistema ambiental sostenible de gestión de residuos sólidos urbanos e implementación de mecanismos de fiscalización y control de los servicios, en todas sus etapas;
- Definir mecanismos legales de financiación para proyectos de gestión de RSU; que se dedican y obtienen recursos económicos provenientes de la comercialización de los residuos utilizados como insumos en los procesos de aprovechamiento, reciclado y reusó.



## Capítulo 5

### Principios Rectores del Modelo.

Para alcanzar el sistema planteado, sobre la base de los objetivos y los principios conceptuales descritos se debe también poner en práctica principios de gestión ambiental y de desarrollo sostenible ampliamente difundidos y reconocidos, aplicados al tema de los residuos, los cuales han de convertirse en elementos de orientación y apoyo a los entes públicos y privados en la consecución de los objetivos y metas establecidas en el modelo. Estos principios de gestión son:

- ❖ ***Educación Sanitaria y Ambiental.*** Este aspecto es considerado pilar fundamental en el sistema ambiental sostenible propuesto y ha de convertirse en un instrumento básico, continuo y durable con la cual se aspira a fomentar actitudes de participación en la comunidad para ayudar a solucionar problemas ambientales, como es el inadecuado manejo de los RSU. Se trata de percibir valores ligados a la conservación de los recursos y del medio ambiente y de cambiar las actitudes a nivel de la población, partiendo de los hogares, generando conductas que involucren a toda la familia: Reducción en origen, reciclaje, rehusó y recuperación de materiales etc. Günther, y Grimberg (2005)
- ❖ Con un programa eficiente de educación ambiental se contribuirá a la socialización y realización de estrategias de uso, manejo y conservación de los recursos naturales, así como de la concientización de la población sobre los problemas del medio ambiente y la importancia de la conservación. Con respecto al tema

residuos, la meta es avanzar hacia una sociedad sensibilizada, informada y educada hacia actitudes de “no desperdicio”, de consumo con criterios colectivos. Esto facilitara el restablecimiento de los procesos degradativos, creando y fomentando actitudes de cooperación en la población en la transformación de su hábitat, con el que ha de generarse un marco adecuado para una mejor calidad de vida, más participativa y solidaria. Resumiendo, las autoridades ambientales en su conjunto, deben realizar acciones concretas y amplias, tendientes a generar cambios efectivos en la conducta de la población, específicamente de las prácticas ambientales y sanitarias prohibidas y el refuerzo de las costumbres positivas, medidas estas que se hacen indispensables para el logro de los objetivos del sistema, que se pueden mediante el desarrollo de los siguientes principios básicos:.

- ❖ **Multisectorialidad.** el plan se sustentará en un accionar multisectorial y multidisciplinario con una participación efectiva de los diferentes actores de la gestión de residuos sólidos, incorporando sus intereses, derechos y obligaciones.
- ❖ **Prevención y Minimización.** La salud de las personas y del ambiente son primordiales. Se trata de prevenir la generación de residuos y actuar para orientarla en función de minimizar y/o reducir cantidades y riesgos. Por ello se ha de priorizar las medidas destinadas a conseguir la reducción de la generación de residuos sólidos así como su peligrosidad, tanto de la producción como del consumo.
- ❖ **Precaución.** Con la finalidad de proteger la salud de las personas y del ambiente, cuando sea necesario se recurrirá al criterio de precaución, en la que se han de prevenir riesgos derivados de la generación de residuos.

❖ **Control en la Fuente.** En general se debe privilegiar las acciones destinadas al tratamiento de los residuos en el lugar de la generación o en la instalación adecuada más próxima a los centros de generación, evitando movimientos de los residuos urbanos innecesarios y que pueden originar riesgos e impactos negativos sobre el medio ambiente.

❖ **Reciclaje.** Se facilitará a través de la valorización de los residuos, la recuperación directa de los residuos, potenciando el aprovechamiento y reciclaje formal y los mercados de los productos recuperados, introduciendo enfoques de economía y mercado en su gestión. Este elemento a de conectarse transversalmente con la educación sanitaria y ambiental referidos en las políticas generales como elementos prioritarios de apoyo.

❖ **Sostenibilidad.** La modificación de las pautas no sostenibles de producción y consumo orientará el establecimiento de acciones y medidas en el marco del plan. Las acciones sostenibles se priorizarán y se incentivará el cuidado del medio ambiente.

❖ **Autosuficiencia.** Las acciones del plan se basarán en que el poseedor o productor de los residuos debe asumir los costos de su correcta gestión ambiental. Los servicios de manejo de residuos sólidos se financiarán mediante los tributos o instrumentos similares gestionados por las entidades locales. El principio del contaminador pagador, se aplica en todo momento.

❖ **Responsabilidad Común pero Diferenciada.** la gestión de los residuos sólidos es de responsabilidad común, no obstante los generadores asumirán una responsabilidad diferenciada de acuerdo al volumen y peligrosidad de los residuos.

❖ **Participación Ciudadana y Comunicación.** Este aspecto es fundamental para revertir la situación actual. El sistema deberá iniciar acciones encaminadas a unir esfuerzos con

participación activa de la comunidad, en torno a objetivos comunes, la cual se puede lograr a través de una eficaz y constante comunicación. Para alcanzar este objetivo se deberá dar a conocer a la población la información suficiente sobre los procesos a desarrollar con los residuos (Métodos de clasificación, días y horarios de recolección de los desechos etc.). Igualmente se debe asegurar el acceso público a la información relativa al manejo de los residuos.

❖ **Desarrollo Social.** Está dirigida a crear organizaciones sociales a nivel local, capaces de participar activamente en la gestión de los residuos sólidos. Su participación debe darse para apoyar las iniciativas amigables con el medio ambiente y rechazar aquellas que no lo son. La participación de las organizaciones sociales y de la comunidad en la disminución, clasificación y recuperación de residuos sólidos, representa un fuerte impacto positivo para el ambiente.

❖ **Desarrollo ambiental.** Pretende revertir los procesos de deterioro que ha sufrido el ambiente por el impacto producido por un inadecuado manejo de los residuos sólidos

❖ **Promoción y prevención ambiental.** En esta fase, se deberán desarrollar acciones encaminadas a prevenir las causas y los orígenes de los problemas ambientales en forma prioritaria, esto es “evitar situaciones de deterioro antes que ellas se produzcan y no tener que responder reactivamente ante su presencia”. Salgado (2010). Logrando de esta manera, el adecuado y racional manejo selectivo de los residuos, a fin de proteger el ambiente y la calidad de vida de la comunidad. Para ello los principios rectores de este sistema, serán pieza fundamental para la protección, recuperación, conservación, y mejoramiento ambiental.



❖ ***Vigilancia y control Socio-ambiental.*** Etapa dirigida a incorporar prácticas que minimicen la generación de los residuos destinados a la disposición final, así como también de los impactos negativos causados por ellos al ambiente. La participación social, el control ambiental y las acciones a desarrollar por los diferentes actores, supone que la sociedad esté orientada y concientizada, y requieren para su implementación una supervisión y evaluación de manera permanente con el propósito de verificar si los objetivos y metas se están cumpliendo. La implementación de planes de control facilitara realizar cambios oportunos en las actividades, permitiendo la consecución de una gestión sostenible y adecuada del ambiente, y la conservación y protección de la biodiversidad del entorno.



## **Conclusiones y recomendaciones.**

### **Conclusiones.**

- Los estudios de caracterización de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Quibdó, fueron esenciales en el desarrollo y obtención de la información, que permitió el diseño del sistema ambiental sostenible para la gestión de los RSU.
- No existe en la ciudad de Quibdó una cultura ambiental, enfocada primordialmente en la gestión adecuada de los residuos sólidos. La problemática está relacionada con la no separación en la fuente, el desconocimiento en la reutilización y el aprovechamiento de los residuos.
- Las normas expedidas a nivel nacional, no han coadyuvado a la gestión con respecto al ambiente y en particular a los RSU, tampoco los impactos que la legislación buscaba, debido a que no habido integración entre los organismos de gobierno y entidades ambientales, para asumir de manera responsable el control de la problemática generada por los residuos sólidos y lograr su adecuado y racional manejo.
- La carencia de reglamentos específicos, de normas de referencia debidamente estructuradas y de instituciones reguladoras que se hagan responsables para el acompañamiento y control de estas normas, son el principal vacío que impide la aplicación correcta de las leyes ambientales y relativas a la gestión de residuos sólidos. Actualmente, la legislación existente en el sector se encuentra dispersa en varias normas, lo que dificulta la implementación del sistema ambiental sostenible

para la gestión de residuos sólidos en Quibdó, también se obstaculiza su efectividad por falta de complemento entre las distintas disposiciones jurídicas.

- La gestión actual de los RSU en la ciudad de Quibdó, pone en evidencia deficiencias importantes ya que sólo se acota al desarrollo de un proceso que va desde la generación de residuos a la disposición final. En el transcurso de los mismos, los residuos reciben nulo tratamiento., es decir, no se realiza la reducción o clasificación de materiales en la fuente de origen, tampoco se efectúa la reutilización o reciclaje de los mismos.
- Es necesario constituir procesos de gestión de los residuos de manera sostenible, mediante la promoción de actividades vinculadas con la reducción en origen, reutilización, reciclaje y recuperación (4R), y el aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, implementados mediante la estrategia de la minimización, y cimentados en la educación ambiental, se consolide como una opción capaz de reducir y mejorar los daños ambientales.
- Es pertinente convertir cada uno de los ahorros que admita el reciclaje informal en valores económicos, ello permitirá hacia el futuro cercano sustentar la conveniencia de desplegar instrumentos económicos que le den mayor equilibrio a la actividad de la población recicladora de la ciudad y de la región.
- Es imperioso cimentar multidisciplinariamente un discurso, que permea culturalmente a las personas y a todos los agentes y actores de la cadena, para que los recicladores adquieran el nivel de trabajadores formales haciendo viable el reciclaje en Quibdó.

- Crear conciencia ciudadana, mediante el desarrollo de programas de recolección selectiva con inclusión socio-ambiental, al igual que el establecimiento de sitios de separación y comercialización de materiales reciclables.
- Fomentar la constitución de empresas de carácter asociativo o cooperativa de recicladores., con el fin de complementar la gestión sostenible de los residuos generados mediante el rehusó y el reciclaje.
- En la implementación de los principios rectores, de políticas generales y específicos, se deberán involucrar en lo posible, todos los actores institucionales que tengan incidencia en el tema de la gestión ambiental de residuos sólidos, y se definirá, como ha de coordinarse la aplicación de las diferentes actividades contempladas en el modelo en la respectiva localidad.

## **Recomendaciones.**

A continuación se presentan varias recomendaciones en las que se muestran acciones que se deben considerar e implementar por los diversos actores involucrados en la construcción del sistema ambientalmente sostenible para la gestión de RSU del municipio de Quibdó

- Ratificar las Metas del Milenio en nivel de Política Nacional de Residuos Sólidos, promover la reducción de la generación, con el fin de garantizar la calidad de vida para toda la población, preservar los recursos naturales respetar al medio ambiente y promover la salud. Incorporar en la definición de las agendas de los departamentos y Municipios del país el concepto de gestión ambiental y sostenible de residuos sólidos.
- Reconocer al área de RSU como un sector o sub sector económicamente viable con objetivos, programación, recursos, teniendo como incentivo políticas que estimulen y garanticen la financiación de las actividades en este campo.
- Promover, participar en la construcción de marco legal e institucional, relativo a la gestión ambiental sostenible de residuos sólidos, de forma participativa, en los diferentes niveles de gobierno, dirigidos a la minimización de la generación de residuos sólidos urbanos.
- Realizar diagnósticos, elaborar planificación e implantar unidades, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, considerando los siguientes factores: la cuenca hidrográfica como unidad de referencia y planificación, regiones con mayor

desarrollo socio-económico, soluciones concertadas y regionalizadas para reducción de costos y ganancias.

- Definir mecanismos de regulación, evaluación, seguimiento y control, por medio de instrumentos legales y normativos, en los diferentes niveles de la administración pública, para lograr los objetivos propuestos por el municipio, efectuar el control operacional y ambiental, evaluar y corregir el sistema.
- Promover la capacitación y educación ambiental de las autoridades, equipo técnico municipal y de otros actores sociales involucrados en la gestión ambiental sostenible de los residuos sólidos urbanos.
- Implementar acciones para erradicar los botaderos, promoviendo, simultáneamente, el establecimiento de sistemas aprovechamiento de residuos sólidos con integración de los recicladores y de sus organizaciones.
- Desarrollar políticas que tengan un carácter más preventivo que curativo, desarrollando actividades de selección en la fuente, minimización, tratamiento y reciclaje de residuos.
- Organizar eventos públicos y desarrollar instrumentos jurídicos y financieros para la integración de los Recicladores y de sus organizaciones, reconociendo su contribución en la reducción de la cantidad de residuos destinados al relleno sanitario y en la dinamización de la economía del reciclaje.
- Implementar la separación selectiva de los residuos en la fuente de origen, incrementando al máximo las posibilidades de reciclaje de materiales, y así generar empleo formal, mediante el establecimiento de empresas comercializadoras de productos recuperados.

- Desarrollar e implantar acuerdos institucionales que promuevan alianzas entre el sector público y privado y permitan la implementación de sistemas mixtos de gestión de residuos, con participación de microempresas, empresas comunitarias, asociaciones cooperativas o cualquier organización de Recicladores.
- Promover sociedades entre las empresas y los recicladores para la gestión de residuos sólidos, buscando agregar valor a la etapa de comercialización de reciclables y para promover la educación socio ambiental.
- Apoyar sistemas públicos de recuperación de residuos, con la inclusión de los recicladores, proveyendo infraestructura para sus actividades de recolección, separación y tratamiento de residuos reciclables, siguiendo las normas ambientales y de salud en los procesos de reciclaje.
- Constituir instancias para garantizar la participación efectiva de la población en la toma de decisiones que involucren la garantía de la sostenibilidad social, ambiental, de salud y económica en el marco de la generación y gestión de residuos sólidos urbanos.
- Establecer alianzas con la sociedad para el desarrollo de programas de educación ambiental, en redes de enseñanza formal e informal, para poder divulgar informaciones sobre gestión integrada y sostenible de residuos sólidos, las 4Rs: reducción, reutilización, reciclaje y recuperación.
- Instituir mecanismos de financiación, que estimulen a las administraciones municipales a que implementen nuevas modalidades de gestión enfocadas al reaprovechamiento de los residuos reutilización, reciclaje, recuperación energética.



- Desarrollar estudios y proyectos que contribuyan con la construcción de instrumentos que viabilicen la implementación de políticas sociales y programas públicos que garanticen la máxima recuperación de los residuos sólidos.
- Apoyar proyectos orientados hacia la gestión de RSU, coherentes con la sostenibilidad, considerando las dimensiones: social, ambiental, económica, política, cultural y de salud.
- Promover el trabajo en equipo y de forma multidisciplinaria en la formación de profesionales del área de gestión ambiental y sostenible de RSU.
- Desarrollar tecnologías apropiadas para mejorar las condiciones de trabajo del sector de RSU.
- Desarrollar metodologías de sensibilización, información y educación ambiental para ampliar la participación social en la comunidad y de los actores específicos que tiene responsabilidad en la generación o en otras fases del ciclo de vida de los residuos.

**Anexos.**

**Tabla A-1.** Gestión actual de residuos sólidos urbanos VS Modelo de Gestión ambientalmente sostenible de RS Municipal.

<b>Estrategia Preliminar (A21)</b>	<b>Manejo y/o gestión Actual</b>	<b>Dec-Ley2811-1974 Ley 99-1993 Decreto 838-2005 Ley1480-2005</b>	<b>Modelo Propuesto</b>	<b>Alternativas Estratégicas</b>	<b>Programas transversales</b>
Reducción al mínimo de los residuos	Generación incontrolada	Generación	Generación	-Consumo sostenible. -Control en origen. -Reducción en origen	-Promoción y Prevención. -Minimización. -Precaución. -Sostenibilidad. Vigilancia
Incremento al máximo del reusó y el reciclado		Disposición inicial:	-Manipulación y separación. -Reciclaje. - Almacenamiento	-Dos bolsas de residuos para (orgánico e inorgánicos). -Una bolsa para	-Educación ambiental -Participación ciudadana -Desarrollo

			nto en origen	materiales reciclables (papel/cartón, vidrio, metal, plástico). -Una bolsa para orgánicos inorgánicos para disposición final.	Social Vigilancia y control
Ampliación de los servicios que se ocupa de los residuos	Recolección y transporte	Recolección	Recolección	-Recolección única Municipal y /o privada -Recolección selectiva y diferenciada	-Sostenibilidad - Responsabilidad común diferenciada -Cooperación -Vigilancia y Control
Fomento de la eliminación ambiental	Disposición final	Disposición final	Disposición final segura	-Relleno sanitario (tecnología baja y	-Autosuficiencia -Desarrollo ambiental -Información,

sostenible de los RS				apropiada).	vigilancia y control
			Elementos funcionales	Agenda de acciones a desarrollar	Convenios interinstitucional es Multisectorialid ad

Fuente:

Elaboración

propias

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Quibdó (2012). Plan de desarrollo Municipio de Quibdó 2012. Recuperado de <http://alcaldíaenlineaparaelciudadano/org>.
- Alcaldía de Quibdó. (2013). Información General del Municipio. recuperado de <http://alcaldíaenlineaparaelciudadano/org>.
- Alvarado, I. (2010). La industria en países desarrollados. Bogotá, Colombia: editorial Board
- Altuve, J. (2010). El ambiente sustentable. Bogotá, Colombia. Editorial Serafín
- Aguilar, Y. (2010). La UTCH adelanta estudios para la construcción del relleno sanitario de los municipios de Quibdó, Atrato y Lloró. Univerisdad Tecnologica del Choco. Recuperado de <http://www.Periódico Digital El Universitario. Quibdó>
- Arangueren, T.(2010). Residuos solidos urbanos. Quito, Ecuador: editorial Armas
- BERENT, Et al (2005) Tratamiento de residuos sólidos urbanos en ciudades intermedias del NEA. Sistemas de gestión y elementos funcionales.
- Benavides, N (2007) Modelo de Gestión Integral de rellenos sanitarios manuales, para poblaciones entre 15000 y 30.000 Habitantes en el ecuador.
- Bonmati, A. (2008). Gestión y tratamiento de residuos sólidos urbanos, Evaluación y prevención de riesgos ambientales en centro América. Bogota, Colombia: editorial Alfaguara
- Brown, L.(2005).AIDIS Asociación Interamericana e Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Directrices para la Gestión Integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Sao Paulo: editorial AIDIS
- Camargo. E.(2010). Sustentabilidad y sostenibilidad. Madrid, España. Editorial intel.
- CEAMSE, (2006) .Diario clarín, edición impresa del día 29/08/2006.
- Colombia, R (2005) Departamento Adnistrativo Nacional de Estadistica,. Censo DANE 2005.
- Constitucion Politica de Colombia. Bogota, Colombia. 1991
- Chacon, L.(2010). Saneamiento ambiental. Bogota, Colombia. Editorial Ediarte
- Decreto de Ley N° 2811. Diario oficial Numero 34243.1974
- Decreto N° 2104. Diario oficial Numero 42755. Bogota, Colombia. 1983
- Decreto N° 0196. Diario oficial Numero 38673. Bogota, Colombia. 26 de Enero de 1989.
- Decreto N° 605. Diario oficial Numero 42755. Bogota, Colombia. 1996
- Decreto N° 891. Diario oficial Numero 44795. Bogota, Colombia. 09 de Mayo de 2002.

- Decreto N° 1713. Diario oficial Numero 44893. Bogota, Colombia. 7 de agosto de 2002.
- Decreto N° 1505. Diario oficial Numero 46137. Bogota, Colombia. 30 de Diciembre de 2005.
- Decreto N° 838. Diario oficial Numero 45862. Bogota, Colombia. 28 de Marzo de 2005
- Decreto N° 3695. Diario oficial Numero 44483. Bogota, Colombia. 25 de Septiembre de 2009.
- Resolucion N° 1045. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. . Diario oficial 45329. Bogota, Colombia. 3 de octubre de 2003.
- DANE ,(2005) .Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (Colombia : s.n.
- DAOM, (2000) Diagnostico Ambiental de Oportunidades de Minimización”. Madrid, España.
- DIAR, (1987) Proyecto Desarrollo Integral Agrícola Rural. Quibdó, Choco.
- Diócesis de Quibdó, (2012) Mapa de localización municipios diócesis de Quibdó.
- EPQ (2010).Empresas públicas de Quibdó. Diagnóstico de los Residuos Sólidos en la ciudad de Quibdó.
- EPM,(2014) Empresas Públicas de Medellín-.Agua del Atrato indicador de Gestión 2014. El tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/mundo/latinoamerica>
- Erazo., R. (2000) Diseño del relleno sanitario "La vizcacha" del distrito de puente piedra, Lima Perú. Revista peruana de Química sept.2000-vol.3 N°1.
- EOT, (2001-2009). Esquema de ordenamiento territorial. Quibdó-Choco.
- Gallardo, A. (2007). Tratamiento y gestión de residuos sólidos. México : editorial Limusa.
- Galeria de mapas.(2010) Disp. Recuperado de <https://www.quibdo-choco.gov.co/Institucional/.../Galeria-de-Mapas.aspx>.
- Gomez, T. (2010). Enfoque curricular de una institución educativa con énfasis en sostenibilidad y producción limpia. Florencia, Caquetá: Universidad del Amazonia.
- Gunther, G. (2005). Directrices para la gestión integrada y sostenible de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. Bogota, Colombia: editorial CEDECO
- Hernández, H. (2011). Métodos de investigación. Bogotá, Colombia: editorial Manizales
- Holdrige, L.(1963).The determination of atmospheric water movements . s.l. : Ecology
- Informe de la Evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y El Caribe. (2005).Recuperado de <http://times.newyork>.
- IGAC, (2011) Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Galería de Mapas.
- Ley N° 9 . Diario oficial . 1979

- Ley N° 99. Diario oficial Numero 41146. Bogota, Colombia. 22 de Diciembre de 1993.
- Ley N° 142. Diario oficial Numero 41433. Bogota, Colombia. 11 de julio de 1994.
- Ley N° 430. Diario oficial Numero 46137. Bogota, Colombia. 30 de Diciembre de 2005.
- Ley N° 632. Diario oficial. Bogota, Colombia. 2000.
- Ley N° 1259. Diario oficial Numero 47208. Bogota, Colombia. 19 de Diciembre de 2008
- Materan, M. (2010). Residuos y desechos sólidos. Bogotá, Colombia; editorial GBC
- Martínez, C. (2010). Desechos sólidos urbanos. Bogotá, Colombia: editorial Argos
- Meganoticias Salamanca, (2015).
- MDAS).(2000). Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenido. Decreto 2676.
- Monteiro, J (1996) Informe sobre la situación de manejo de residuos sólidos municipales y peligrosos en Brasil. 1996.
- Ortiz, G. (2010). Generación de desechos sólidos urbanos. Bogotá, Colombia: editorial Icontec
- OPS, (2005). Organización Panamericana de la Salud Informe de evaluación regional de los servicios de manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. El tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/mundo/latinoamerica>.
- Sánchez, L. (2010). Impacto ambiental de los lixiviados en América Latina. Montevideo, Uruguay: editorial Lunex.
- OPS/OMS (2002). Organización Panamericana de a la Salud Guía Metodológica para la preparación de planes Directores de manejo de Residuos Sólidos Municipales en Ciudades Medianas.
- OPS, (2007). Organización Panamericana de la Salud Diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Curso de auto aprendizaje.
- Peralta, M. (2010). Proceso operacional del relleno sanitario “Parque Ambiental Los Pocitos” Triple A S.A. E.S.P. ciudad de Barranquilla. Barranquilla: AAA.
- HSB Noticias.( 2012). *HSB Noticias.com*. Recuperado el 6 de Mayo de 2013, la Ciudad de Bogota tendrá nuevo relleno sanitario: <http://www.hsbnoticias.com/vernoticia.asp?wplaca=19581>.
- PGIRSU (2010). Plan de gestión Integral de RSU para la provincia de Salta 2010.Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Nuevo Ambiente,R (2010). *Nuevo Ambiente*. Recuperado el 6 de Mayo de 2013, de Presentación Proyecto "Basura O" de Gestión Integral de Residuos en el Municipio de Berisso. Recuperado de <http://www.nuevoambiente.org.ar/index.php/2010/05/19/presentaron-proyecto-basura-0-de-gestion-integral-de-residuos-en-el-municipio-de-berisso/>

- SIAC,S.D(2012). Sistema de Información Ambiental de Colombia. Estructura Principal de la Región del Chocó Biogeográfico. Documento de trabajo. Quibdó
- Solis, S. (2005).Estudio de prefactibilidad para brindar el servicio de recolección de desechos sólidos con un enfoque domiciliario sostenible para el distrito de carrillos de poas . s.l. : Instituto Centroamericano de Administración Pública. Maestría Nacional en Gerencia de Proyectos de Desarrollo
- SGIRSU,(2003). Sistema de Gestion Integral de Residuos Solidos Urbanos Secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Republica de Argentina : Fundación Unversidad tecnológica Reginal de Mendoza
- Ley General para la prevección y gestión integral de los residuos y su reglamento. (2003).México D.F. : Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación
- SSPD,(2008). Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Informe anual del Servicio Público de Aseo. El tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/mundo/Bogota/Colombia>
- Quijada, O.(2007). Propuesta de un plan de manejo integral de residuos sólidos urbanos para el cantón de Esparza, Puntarenas. Universidad Estatal a Distancia.
- RCN, N.( 2011). *Ordenan cierre del botadero de Quibdó, temen crisis sanitaria*. Noticias RCN Recuperado el 18 de Marzo de 2012, de Noticias RCN: [http://www.canalrcnmsn.com/noticias/ordenan\\_cierre\\_del\\_botadero\\_de\\_quibd%C3%B3](http://www.canalrcnmsn.com/noticias/ordenan_cierre_del_botadero_de_quibd%C3%B3)
- Owen, O. (1986). Conservación de los Recursos Naturales. Ed. Paz México : s.n.
- Varón, L. (2011). Aspectos arquitectónicos para la gestión de residuos sólidos en edificios residenciales. Un paso a la sostenibilidad urbana. Universidad Nacional de Colombia. Medellín