

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)  
UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PUBLICOS (UAESP)

# ***Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C.***



## **INFORME FINAL**

*Volumen II*

*Informe Principal (1)*

Noviembre, 2013

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.  
EX RESEARCH INSTITUTE LTD.

<b>GE</b>
<b>JR</b>
<b>13-213</b>

## Prefacio

El Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. ha finalizado y el Informe Final ha sido presentado.

Este Informe Final Volumen II consiste de la evaluación de la situación actual del manejo de residuos sólidos en Bogotá D.C. (Parte I) y un proyecto modelo y el diseño preliminar de instalaciones de tratamiento de residuos sólidos (Parte II). Además, Volumen III se compone del Plan Maestro (Parte III) y planes de acción (Parte IV). Volumen I es un resumen de los volúmenes.

Colombia tiene bien establecido un sistema en el que las organizaciones interesadas a nivel del gobierno central y de los gobiernos locales pueden coordinarse entre sí para prestar un servicio adecuado de residuos sólidos a los ciudadanos. Más aún, el sector privado ha actuado como operador en la prestación del servicio en Bogotá D.C. con base en un esquema de Alianza Pública y Privada.

Los esfuerzos en la minimización y reciclaje de residuos recién inician en Bogotá D.C., aunque el servicio convencional de residuos sólidos ya se presta a un alto nivel. El gobierno de Bogotá D.C. trabaja en estos temas de una manera seria. La Política de Basura Cero y el Plan de Inclusión de los Recicladores son los pilares fundamentales en este campo. El Plan Maestro elaborado en este proyecto propone diversas medidas para materializar la política y el plan, teniendo como meta para el 2027 la tasa 20% en reducción de los residuos sólidos urbanos. La minimización consiste principalmente en tres medidas, es decir, el reciclaje de materiales, compostaje, y reciclaje de residuos de construcción y demolición. En el Plan no se ha propuesto ninguna tecnología costosa para el tratamiento de residuos. La tasa de reducción de 20 % no es una meta fácil de alcanzar comparándola con algunas ciudades principales de otros países. El logro de la meta requiere que cada ciudadano entienda bien en qué consiste la minimización y lo convierta en acciones.

Como se mencionó anteriormente, el manejo actual de residuos sólidos se lleva a cabo adecuadamente en Bogotá D.C. Sin embargo, dos vulnerabilidades se pueden identificar cuando nos proyectamos hacia el futuro. En primer lugar, esta gran ciudad, donde viven más de 7 millones de habitantes, tiene sólo un sitio de disposición final, el Relleno Sanitario Doña Juana. En caso de ocurrir un accidente, el sitio se cerraría, las basuras se acumularían en la ciudad, y se producirían efectos adversos en la salud de los ciudadanos. En segundo lugar, no existe una estación de transferencia en la ciudad que se expande longitudinalmente de norte a sur. La introducción de un sistema de transferencia y transporte torna eficiente los trabajos de recolección y reduce sus costos. El Plan Maestro propone también la distribución de las infraestructuras para superar dichas vulnerabilidades.

El Plan Maestro debería ser reflejado en la actualización del Decreto 312 de 2006, junto con los planes dirigidos otros residuos como los residuos peligrosos. Esperamos que los resultados del Proyecto que aquí se presentan contribuyan a la mejora del manejo de residuos sólidos y al bienestar de los ciudadanos en Bogotá D.C.

Noviembre 2013  
Ikuo Mori  
Líder del Proyecto

## **Listado de Volúmenes**

### **Volumen I      Resumen (inglés, español y japonés)**

### **Volumen II      Informe Principal (1) (inglés y español)**

#### **Parte I**

1. Perfil del Proyecto
2. Perfil del Área de Estudio
3. Nuevas Políticas y Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos
4. Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes
5. Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

#### **Parte II**

1. Proyecto Modelo Alquilería
2. Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

### **Volumen III      Informe Principal (2) (inglés y español)**

#### **Parte III**

1. Precondiciones para la Planeación
2. Selección de Escenario Óptimo
3. El Plan Maestro
4. Componentes del Plan Maestro
5. Evaluación del Plan Maestro
6. Conclusión y Recomendaciones

#### **Parte IV**

1. Planes de Acción

#### **Apéndice**

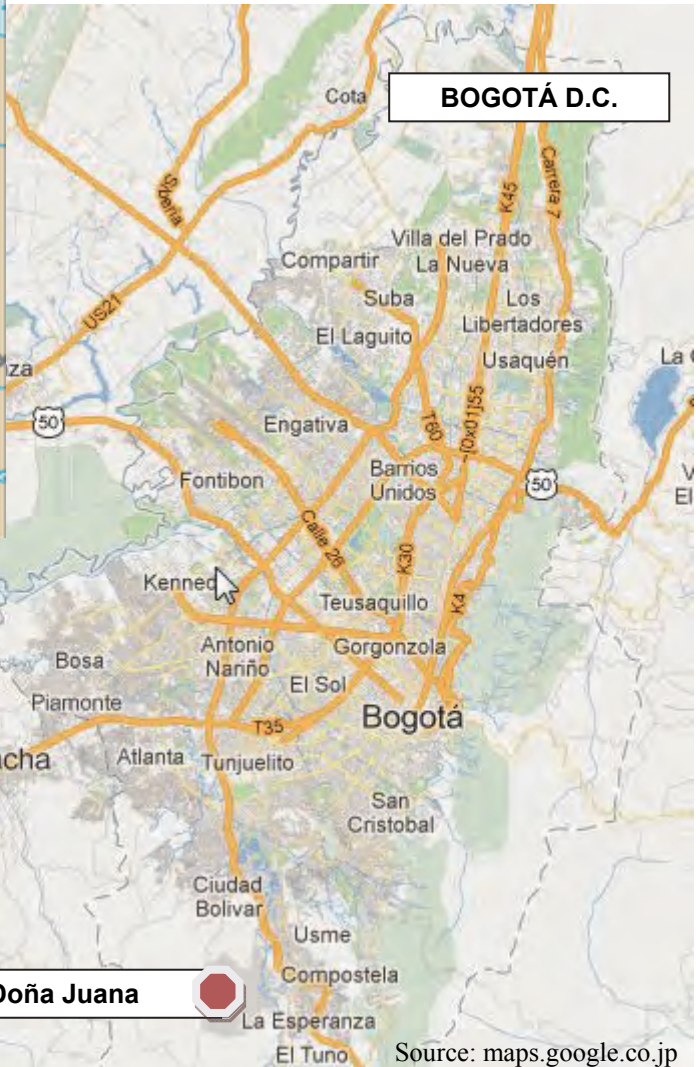
1. Seminarios y Relaciones Públicas
2. Registros de Reuniones

## **Este es el Volumen II, Informe Principal (1) (versión en español)**

En este informe se estimó el costo del proyecto a precios de junio de 2013 y una tasa de cambio de US\$1.00 = COP1,900 = JP¥100.00



República de Colombia



**BOGOTÁ D.C.**

**Doña Juana**

Source: maps.google.co.jp

Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C.

## Área del Proyecto



# 1 Área Objeto del Estudio



Zona urbana de Bogotá vista del cerro de Monserrate



Plaza Bolívar



La Candelaria



Zona exclusivo de la localidad de Usaquén (Estrato 6)



Estación del sistema de transporte público “Transmilenio” cuyo plan maestro fue elaborado con el apoyo de JICA



Reciclador individual que recolecta materiales potencialmente reciclables con el caballo

## 2 Estado del Manejo de Residuos Sólidos



Canecas de basura separadas para reciclar colocadas en el espacio público



Barrido de las calles



Recolección de residuos ordinarios



Proceso de organización de 13.757 recicladores bajo la iniciativa de la Alcaldía Mayor de Bogotá (Plan de Inclusión)



Entrada del Relleno Sanitario Doña Juana



Disposición final en el Relleno Sanitario Doña Juana



### 3 Proyecto Piloto



Canecas separadas para el almacenamiento de materiales potencialmente reciclables en un conjunto residencial (en el Barrio Primavera Occidental)



Entrega separada de materiales potencialmente reciclables por la comunidad (en el Barrio Primavera Occidental)



Ingreso de materiales al Centro de Acopio de la Alquería



Clasificación primaria de materiales reciclables en el Centro de Acopio de la Alquería



Separación de botellas PET en el Centro de Acopio de la Alquería



Embalaje comprimido de plásticos recuperados en el Centro de Acopio de la Alquería

## 4 Capacitación



Funcionarios de la UAESP participando en la capacitación (Curso de Capacitación en Chile)



Visita a una instalación de reciclaje (Curso de Capacitación en Chile)



Funcionarios de la UAESP en una charla del gobierno de Tokio (Curso de Capacitación en Japón, Tokio)



Funcionarios de la UAESP en la planta de Incineración de Setagaya (Curso de Capacitación en Japón, Tokio)



Visita al centro de reciclaje (Curso de Capacitación en Japón, en la Prefectura de Mie)



Visita al sitio de recuperación colectiva en Komono-cho (Curso de Capacitación en Japón, en el municipio de Yokkaichi)



## 5 Seminarios y Talleres



Primera sesión del Comité Coordinador Conjunto



Seminario de Arranque del Proyecto



Seminario de Socialización del Resultado del Curso de Capacitación en Chile



Seminario de "3R"



Seminario de Socialización del Resultado del Curso de Capacitación en Japón y de Actualización del PMIRS



Seminario Final con más que 200 participantes

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN

UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PUBLICOS  
REPÚBLICA DE COLOMBIA

***Proyecto de Estudio del Plan Maestro para el  
Manejo Integral de Residuos Sólidos en  
Bogota, D.C.***

**INFORME FINAL**

***Volumen II  
Informe Principal (1)***

Noviembre, 2013

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.  
EX RESEARCH INSTITUTE LTD.

# ÍNDICE

Página:

## PARTE I

<b>1</b>	<b>Perfil del Proyecto .....</b>	<b>1-1</b>
1.1	Antecedentes.....	1-1
1.2	Título del Proyecto .....	1-1
1.3	Objetivos que se quieren alcanzar .....	1-1
1.4	Resultados.....	1-1
1.5	Sitio del Proyecto y sus Beneficiarios .....	1-2
1.6	Cronograma .....	1-2
1.7	Organización.....	1-2
	1.7.1 Cuerpos de Implementación .....	1-2
	1.7.2 Comité de Coordinación .....	1-4
1.8	Documentación.....	1-5
	1.8.1 Informes .....	1-5
	1.8.2 Idioma .....	1-6
<b>2</b>	<b>Perfil del Área de Estudio.....</b>	<b>2-1</b>
2.1	Condiciones Económicas y Sociales .....	2-1
	2.1.1 Colombia.....	2-1
	2.1.2 Bogotá, D.C. ....	2-11
	2.1.3 Comparación entre Colombia y Bogotá.....	2-14
2.2	Condición natural .....	2-17
	2.2.1 Geografía .....	2-17
	2.2.2 Clima.....	2-19
	2.2.3 El suministro de agua.....	2-20
	2.2.4 Irrigación.....	2-21
	2.2.5 Calidad del agua superficial.....	2-22
<b>3</b>	<b>Nuevas Políticas y Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos .....</b>	<b>3-1</b>
3.1	Nuevas Políticas .....	3-1
	3.1.1 Basura Cero.....	3-1
	3.1.2 Plan de Inclusión.....	3-2
3.2	Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos .....	3-3
	3.2.1 Estructura .....	3-3
	3.2.2 Objetivos Estructurales .....	3-4
	3.2.3 Metas e Indicadores .....	3-5
	3.2.4 Observación .....	3-8
<b>4</b>	<b>Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes ..</b>	<b>4-1</b>
4.1	Cantidad y Composición de Residuos .....	4-1

4.1.1	Resumen.....	4-1
4.1.2	Cantidad Unitaria de Generación (por persona por día).....	4-3
4.1.3	Composición de Residuos Sólidos.....	4-4
4.1.4	Observación .....	4-8
4.2	Actividades del Reciclaje .....	4-9
4.2.1	Recicladores.....	4-9
4.2.2	Bodegas.....	4-12
4.2.3	Observación .....	4-14
4.3	Operación en el Centro de Reciclaje La Alquería .....	4-15
4.3.1	Resumen del estudio .....	4-15
4.3.2	Flujo de clasificación de residuos reciclables.....	4-16
4.3.3	Resultado del análisis.....	4-16
4.3.4	Observación .....	4-21
4.4	Diagnóstico de industrias recicladoras y bodegas de intermediarios de materiales reciclables.....	4-24
4.4.1	Objetivo .....	4-24
4.4.2	Selección de los establecimientos objeto del estudio .....	4-24
4.4.3	Resultado de las visitas .....	4-26
4.5	Consideración de Tecnología Alternativa .....	4-39
4.5.1	Resumen.....	4-39
4.5.2	Resultado de la evaluación realizada por CGR sobre las alternativas tecnológicas .....	4-40
4.5.3	Análisis realizado por el Equipo de la Misión de JICA sobre las alternativas tecnológicas propuestas.....	4-42
4.6	Opinión Pública .....	4-57
4.6.1	Metodología del estudio.....	4-57
4.6.2	Resultado de la revisión.....	4-57
4.6.3	Observaciones y recomendaciones .....	4-64
<b>5</b>	<b>Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos .....</b>	<b>5-1</b>
5.1	Historia del Manejo de Residuos Sólidos en Bogotá D.C.....	5-1
5.2	Flujo Actual de Residuos.....	5-3
5.2.1	Metodología de Análisis del Flujo Actual de Residuos.....	5-3
5.2.2	Revisión de Estudios Relacionados .....	5-3
5.2.3	Cantidad de Residuos Dispuestos en el Relleno Sanitario de Doña Juana .....	5-11
5.2.4	Flujo Actual de Residuos Sólidos.....	5-12
5.3	Recolección, Barrido y Limpieza .....	5-15
5.3.1	Antecedentes del Servicio de RBL .....	5-15
5.3.2	Entrega y Almacenamiento.....	5-16
5.3.3	Recolección y Transporte .....	5-18
5.3.4	Transferencia y Transporte.....	5-37
5.4	Aprovechamiento (reciclaje) .....	5-44
5.4.1	Situación actual y retos del Proyecto Piloto de la Recolección Separada.....	5-44



5.4.2	Situación actual y principales retos de la recolección de recursos reciclables por parte de recicladores .....	5-50
5.5	Diagnóstico Relleno Sanitario Doña Juana .....	5-55
5.5.1	Introducción .....	5-55
5.5.2	Reseña Histórica .....	5-56
5.5.3	Normativa y Licencias Ambientales .....	5-63
5.5.4	Antecedentes Técnicos del Diseño del Relleno Sanitario .....	5-68
5.5.5	Operación Actual del Relleno Sanitario Doña Juana.....	5-81
5.6	Residuos Peligrosos de Fuentes no Industriales .....	5-120
5.6.1	Introducción .....	5-120
5.6.2	Métodos de Tratamiento y Disposición Final Adecuados para Residuos Peligrosos .....	5-120
5.6.3	Métodos Adecuados de Tratamiento y Disposición Final para los Residuos Peligrosos de Fuentes No Industriales .....	5-123
5.6.4	Diagnóstico .....	5-127
5.6.5	Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C., 2012-2016.....	5-149
5.6.6	Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) para Bogotá Distrito Capital, 2006.....	5-149
5.6.7	Análisis del Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital, 2011 .....	5-150
5.6.8	Observaciones Acerca del Diagnóstico .....	5-153
5.7	Gestión de Escombros .....	5-155
5.7.1	Introducción .....	5-155
5.7.2	Diagnóstico .....	5-155
5.7.3	Tendencias Futuras para la Gestión de Escombros en la Ciudad de Bogotá.....	5-173
5.7.4	Resumen del Diagnóstico Final .....	5-174
5.7.5	Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) para Bogotá Distrito Capital, 2006.....	5-176
5.7.6	Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C., 2012-2016.....	5-177
5.8	Sistema Institucional.....	5-178
5.8.1	Sistema Legal e Institucional al Nivel Nacional.....	5-178
5.8.2	Sistema Legal e Institución a Nivel Distrital .....	5-207
5.9	Sistema Financiero .....	5-219
5.9.1	Sistema Tarifario.....	5-219
5.9.2	Funcionamiento del Sistema Financiero.....	5-224
5.10	Evaluación de Manejo Actual de Residuos Sólidos .....	5-233
5.10.1	Evaluación de nivel de logro del PMIRS.....	5-233
5.10.2	Evaluación Global.....	5-240
5.10.3	Retos para mejorar y asegurar el Manejo actual de Residuos Sólidos.....	5-242

## PARTE II

<b>1</b>	<b>Proyecto Modelo Alquería</b> .....	<b>1-1</b>
1.1	Objetivo .....	1-1
1.2	Condiciones de planificación.....	1-1
1.3	Aspectos del plan de ejecución que definir y el responsable .....	1-2
1.4	Contenido del Plan.....	1-3
1.4.1	Definición del área objeto .....	1-3
1.4.2	Sistema de almacenamiento y entrega .....	1-5
1.4.3	Sistema de recolección y transporte.....	1-8
1.4.4	Clasificación en La Alquería .....	1-11
1.4.5	Sistema de monitoreo.....	1-18
1.5	Sensibilización de la comunidad .....	1-21
1.5.1	Directrices .....	1-21
1.5.2	Objetivo .....	1-21
1.5.3	Estudio de la Línea Base.....	1-21
1.5.4	Metodología de sensibilización de la comunidad .....	1-24
1.6	Cálculo de diseño de equipos del Centro de Acopio La Alquería.....	1-27
1.7	Consideración sobre el Proyecto Modelo de la Alquería (AMP).....	1-31
1.7.1	Antecedentes del AMP .....	1-31
1.7.2	Estado de Avance.....	1-31
1.7.3	Perspectivas para el Futuro .....	1-32
<b>2</b>	<b>Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos</b> .....	<b>2-1</b>
2.1	Sistema de Tratamiento Intermedio.....	2-1
2.2	Facilidad de Recuperación de Materiales (MRF).....	2-17
2.2.1	Facilidad de Recuperación de Materiales (30 toneladas/día) .....	2-17
2.2.2	Facilidad de Recuperación de Materiales (200 toneladas/día) .....	2-28
2.3	Planta de compostaje (100 toneladas/día).....	2-41
2.3.1	Resumen de la planta de compostaje .....	2-41
2.3.2	Configuración de la planta de compostaje .....	2-43
2.3.3	Plan de operación de la planta de compostaje .....	2-44
2.3.4	Costo de la Planta de Compostaje.....	2-47
2.3.5	Construcción de la Planta de Compostaje.....	2-49
2.4	Planta de Incineración (300 toneladas/día).....	2-53
2.4.1	Posibilidad de introducir una planta de incineración .....	2-53
2.4.2	Resumen de la Planta de Incineración .....	2-54
2.4.3	Configuración de la Planta de Incineración .....	2-56
2.4.4	Plan de Operación de la Planta de Incineración .....	2-57
2.4.5	Costo de la Planta de Incineración.....	2-58
2.4.6	Construcción de la Planta de Incineración.....	2-62
2.5	Instalación de RPF (Combustible Derivado de Residuos de Papel y Plástico, siglas en inglés) (40 toneladas/día).....	2-65
2.5.1	Resumen de la Instalación de RPF .....	2-65

2.5.2	Configuración de la Instalación de RPF .....	2-67
2.5.3	Plan de Operación de la Instalación de RPF.....	2-67
2.5.4	Costo de la Instalación de RPF .....	2-69
2.5.5	Construcción de la Instalación de RPF .....	2-73
2.6	Instalación de Almacenamiento Temporal e Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-77
2.6.1	Sistema de Disposición de Residuos de Construcción en Bogotá D.C.2-77	
2.6.2	Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción .....	2-78
2.6.3	Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-85
2.7	Referencia.....	2-99
2.7.1	El sumatorio basado en la Regla Empírica Relacionada con la Proporción de Potencia de 0.6 Grados (Curva Aproximada de Capacidad- Costo) .....	2-99
2.7.2	Estimación del Bajo Poder Calorífico Basado en la Composición Física de los Residuos.....	2-100
2.7.3	Estimación del Bajo Poder Calorífico con base en la Composición de Residuos de Bogotá .....	2-102

## Lista de Cuadros

Página:

### PARTE I

Cuadro 1-1: Equipo de la UAESP .....	1-3
Cuadro 1-2: Equipo de la Misión de JICA .....	1-4
Cuadro 1-3: Informes .....	1-5
Cuadro 2-1: Producto Interno Bruto Total y Per Cápita.....	2-2
Cuadro 2-2: Balanza Comercial de Colombia.....	2-3
Cuadro 2-3: Indicadores Económicos Recientes: IPC, TRM, DTF e Intereses .....	2-4
Cuadro 2-4: Cotización del Dólar Americano .....	2-5
Cuadro 2-5: Ingresos, Egresos y Deuda Total del Gobierno Nacional Central.....	2-6
Cuadro 2-6: Financiamiento Interno y Externo del Déficit del GNC.....	2-7
Cuadro 2-7: GNC: Origen de Ingresos y Destino de Gastos.....	2-8
Cuadro 2-8: Gasto de Hogares .....	2-9
Cuadro 2-9: Producto Regional Bruto (PRB) de Bogotá, Distrito Capital.....	2-12
Cuadro 2-10: Bogotá: Indicadores Demográficos 1985-2005.....	2-14
Cuadro 2-11: Producción de Bogotá en relación al PIB de Colombia .....	2-14
Cuadro 2-12: Comparación entre las Estructuras Sectoriales .....	2-15
Cuadro 2-13: Datos climáticos del Observatorio Meteorológico Nacional, Bogotá D.C. (1971–2000) .....	2-20
Cuadro 4-1: Resumen del estudio de caracterización de residuos sólidos .....	4-1
Cuadro 4-2: Categorías de muestreo para clasificación de RS.....	4-2
Cuadro 4-3: Media ponderada de la producción por habitante (pph) por día por estrato socioeconómico .....	4-3
Cuadro 4-4-4: Producción diaria por establecimiento comercial pequeños productores.....	4-3
Cuadro 4-5: Producción por establecimiento institucionales pequeños productores ....	4-4
Cuadro 4-6: Composición de Residuos Sólidos Domiciliarios .....	4-4
Cuadro 4-7: Composición de Residuos Sólidos de Pequeños Productores Comerciales.....	4-6
Cuadro 4-8: Composición de Residuos Sólidos de Pequeñas Productores Instituciones.....	4-7
Cuadro 4-9: Recicladores registrados por localidad.....	4-9
Cuadro 4-10: Recicladores por localidad (donde habitan) .....	4-10
Cuadro 4-11: Nivel educativo.....	4-10
Cuadro 4-12: Número de años dedicados a la actividad .....	4-11
Cuadro 4-13: Pertenencia a algún tipo de organización o asociación .....	4-11
Cuadro 4-14: Lugares donde se obtiene el material recolectado.....	4-12
Cuadro 4-15: Lugares donde se venden el material recolectado.....	4-12
Cuadro 4-16: Distribución de materiales reciclados.....	4-12
Cuadro 4-17: Escala y Actividad de Bodega.....	4-13
Cuadro 4-18: Número de bodegas según tamaño .....	4-13
Cuadro 4-19: Destino de la venta del material .....	4-13
Cuadro 4-20: Cantidad de materiales según origen de compra .....	4-14
Cuadro 4-21: Peso por tipo de artículo y la proporción (% en peso) .....	4-18
Cuadro 4-22: Establecimientos objeto del estudio(1).....	4-24
Cuadro 4-23: Establecimientos objeto del estudio (2).....	4-26
Cuadro 4-24: Aspectos que analizar para la venta de materiales reciclables clasificados en La Alquería .....	4-29
Cuadro 4-25: Lista de las alternativas tecnológicas estudiadas por CGR .....	4-39



Cuadro 4-26: Resultado de la evaluación realizada por CGR sobre las alternativas tecnológicas .....	4-41
Cuadro 4-27: Comparación de las alternativas tecnológicas que se puedan aplicar al relleno sanitario Doña Juana .....	4-43
Cuadro 4-28: Comentarios del Equipo JICA sobre las alternativas tecnológicas propuestas .....	4-49
Cuadro 4-29: Tecnología de reciclaje de residuos de alimentos (instalaciones de gran escala) .....	4-53
Cuadro 4-30: El volumen de residuos, el costo de construcción y el costo de mantenimiento y operación (casos en Japón) .....	4-54
Cuadro 4-31: Tecnología de Compostaje de Residuos de Alimentos (pequeña escala) .....	4-55
Cuadro 4-32: Metodología del Estudio de Opinión Pública .....	4-57
Cuadro 5-1: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Residencial (Caracterización Residencial) .....	5-4
Cuadro 5-2: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Comerciales (Caracterización Comercial) .....	5-4
Cuadro 5-3: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Institucionales (Caracterización Institucional) .....	5-5
Cuadro 5-4: Generación Total de Pequeños Productores Institucionales .....	5-5
Cuadro 5-5: Composición de Residuos Sólidos (Residencial, Comercial e Institucional) .....	5-6
Cuadro 5-6: Número de Muestras (Estudio de Caracterización Reciclaje) .....	5-7
Cuadro 5-7: Categorías de Composición de los Residuos (Caracterización Reciclaje) .....	5-7
Cuadro 5-8: Cantidad Unitaria de Generación .....	5-9
Cuadro 5-9: Distribución usuarios por estrato para cada ASE .....	5-9
Cuadro 5-10: Generación de Residuos Sólidos Hogares .....	5-9
Cuadro 5-11: Porcentaje de Materiales Potencialmente Reciclables .....	5-10
Cuadro 5-12: Porcentaje de MPR en fuente domiciliaria .....	5-10
Cuadro 5-13: Estimación de la cantidad de MPR dispuesta en el RSDJ por estrato .....	5-11
Cuadro 5-14: Estimación de la cantidad de MPR en la fuente domiciliaria por estrato .....	5-11
Cuadro 5-15: Estimación de la cantidad de MPR en la fuente domiciliaria por ASE .....	5-11
Cuadro 5-16: Cantidad de Residuos dispuesta en el RSDJ en 2011 .....	5-12
Cuadro 5-17: Cantidad de Materiales Manejados por Bodegas .....	5-13
Cuadro 5-18: Flujo Actual de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. en 2011 .....	5-13
Cuadro 5-19: Recolección por ASE y Proveedor del Servicio (Ton/día) .....	5-21
Cuadro 5-20: Tipo de Vehículos por Operador del Servicio .....	5-21
Cuadro 5-21: Cantidad Descargado en RSDJ por los Operadores .....	5-22
Cuadro 5-22: Porcentaje de Tipo de Residuo por ASE .....	5-23
Cuadro 5-23: Datos Crudos de Interventoría e Inclusión de Dato de Campo de Tiempo y Movimiento .....	5-25
Cuadro 5-24: Indicadores Obtenidos del Tiempo y Movimiento .....	5-26
Cuadro 5-25: Cuadro sobre Indicadores presentado por Interventoría a la UAESP .....	5-27
Cuadro 5-26: Recursos para la recolección Selectiva .....	5-28
Cuadro 5-27: Vehículos Usados por LIME en Recolección Selectiva .....	5-29
Cuadro 5-28: Vehículos Usados por ATESA en Recolección Selectiva .....	5-29
Cuadro 5-29: Vehículos Usados por Aseo Capital en Recolección Selectiva .....	5-30
Cuadro 5-30: Vehículos Usados por Ciudad Limpia en Recolección Selectiva .....	5-30
Cuadro 5-31: Monto Contratado Directamente por la UAESP a partir del 18 de diciembre .....	5-32
Cuadro 5-32: Recolección por ASE y Proveedor del Servicio (Ton/día) en mayo 2013 .....	5-34
Cuadro 5-33: Información sobre la distancia desde la Ruta al Relleno, LIME .....	5-39

Cuadro 5-34: Clasificación y método de entrega de residuos sólidos.....	5-45
Cuadro 5-35: Sistema actual de recolección y transporte.....	5-46
Cuadro 5-36: Tipo y número de vehículos de recolección.....	5-46
Cuadro 5-37: Análisis de medidas de mejora de la recolección separada de residuos reciclables.....	5-47
Cuadro 5-38: Número de recicladores por localidad.....	5-51
Cuadro 5-39: Modalidad de actividades de recicladores.....	5-52
Cuadro 5-40: Sitios de recolección de residuos reciclables de recicladores.....	5-52
Cuadro 5-41: Sitios de venta de recursos reciclables recolectados.....	5-52
Cuadro 5-42: Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados.....	5-53
Cuadro 5-43: Coordenadas Geográficas Vértices RSDJ.....	5-56
Cuadro 5-44: Disposición De Residuos Por Zona.....	5-60
Cuadro 5-45: Marco Normativo Aplicable Al Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana.....	5-63
Cuadro 5-46: Licencias y sus Modificaciones del Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana.....	5-66
Cuadro 5-47: Permisos - Concesiones Ambientales Y Otras Autorizaciones Del Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana.....	5-66
Cuadro 5-48: Coordenadas de Localización Zona Optimización Fase 1.....	5-69
Cuadro 5-49: Costos Estimados para el Desarrollo del Proyecto de Optimización....	5-79
Cuadro 5-50: Resumen de Toneladas Ingresadas Período Enero a Marzo 2011.....	5-87
Cuadro 5-51: Resumen de Toneladas Ingresadas Período Enero A Marzo 2012.....	5-88
Cuadro 5-52: Zonas Operativas de Disposición por Mes en el Año 2011.....	5-88
Cuadro 5-53: Maquinaria Permanente en el RSDJ.....	5-89
Cuadro 5-54: Consumo de Materiales para Cobertura de Residuos Año 2011.....	5-92
Cuadro 5-55: Instrumentación Operativa en las Zonas del RSDJ.....	5-93
Cuadro 5-56: Calificación de Estabilidad de Cuerpo y Fondo para las Zonas Cerradas.....	5-94
Cuadro 5-57: Cronología de Diseño del Sistema de Tratamiento de Lixiviado.....	5-95
Cuadro 5-58: Unidades del Sistema de Tratamiento de Lixiviado.....	5-98
Cuadro 5-59: Antecedentes Parámetros de Control Planta de Tratamiento de Lixiviado Año 2012.....	5-100
Cuadro 5-60: Aspectos Contractuales de la Concesión del Biogás RSDJ.....	5-101
Cuadro 5-61: Biogás Quemado y Reducciones de Emisiones Estimadas por BDJ... ..	5-103
Cuadro 5-62: Solicitudes de Certificación Realizadas por el Concesionario (Doña Juana).....	5-104
Cuadro 5-63: Relación de Producción y Liquidación de Kwh del Proyecto.....	5-105
Cuadro 5-64: Datos de Operación de la Planta de Biogás.....	5-106
Cuadro 5-65: Comparativo Parámetros Iniciales de Diseño Resolución CAR 2211/20085-110	
Cuadro 5-66: Capacidad Volumétrica del RSDJ Según los Pre-diseños y Optimización Fase I, Fase II y Biosólidos.....	5-116
Cuadro 5-67: Proyección de Ingreso de Residuos a RSDJ.....	5-117
Cuadro 5-68: Capacidad Remanente Relleno Sanitario Doña Juana a Enero 2012..	5-118
Cuadro 5-69: Cantidades y Frecuencias de Recolección.....	5-134
Cuadro 5-70: Resultados compilados del sector residencial.....	5-141
Cuadro 5-71: Estimaciones Generales de la Producción de Residuos Ordinarios y Peligrosos.....	5-143
Cuadro 5-72: Cantidad Promedia Mensual de Residuos Hospitalarios y Similares Recolectados y Tratados (Enero - Agosto de 2012).....	5-144
Cuadro 5-73: Volumen de escombros generados por el IDU.....	5-161
Cuadro 5-74: Proyección de volumen de escombros por el IDU, 2008-2021.....	5-161
Cuadro 5-75: Proyección de volumen de escombros por la EAAB, 2008-2021.....	5-162

Cuadro 5-76: Proyección de volumen de escombros por la UAESP, 2008-2021 .....	5-162
Cuadro 5-77: Proyección de volumen de escombros por la UAERMV, 2008-2021 .....	5-163
Cuadro 5-78: Volumen proyectado de escombros por entidad pública 2008-2021 ..	5-164
Cuadro 5-79: Horizonte 2008-2021 y sumatoria de generación de escombros en el sector privado y público .....	5-165
Cuadro 5-80: Tipología de los escombros generados por obras del IDU 1999 – 2001.	5-166
Cuadro 5-81: Caracterización de los escombros recolectados por la UAESP .....	5-167
Cuadro 5-82: Tarifas para Recolección de Escombros .....	5-170
Cuadro 5-83: Sitios que Presentan Condiciones Favorables para Convertirse en Nuevas Escombreras .....	5-172
Cuadro 5-84: Subsidios y Contribuciones en el Servicio de Aseo .....	5-224
Cuadro 5-85: Centros de Costo .....	5-227
Cuadro 5-86: Resultado Financiero de la Fiducia al 31 de Octubre de 2012 .....	5-230
Cuadro 5-87: Costos a Septiembre de 2012 .....	5-230
Cuadro 5-88: Resultado Financiero de UAESP: 1 de Enero al 31 de Diciembre de 2011	5-232
Cuadro 5-89: Evaluación de nivel de logro de PMIRS por el Comité, 2011 .....	5-233
Cuadro 5-90: Puntos de Evaluación del PMIRS .....	5-237
Cuadro 5-91: Metas del PMIRS en Corto Plazo.....	5-238
Cuadro 5-92: Metas de PMIRS en Mediano Plazo.....	5-239
Cuadro 5-93: Metas del PMIRS en Largo Plazo .....	5-240

## PARTE II

Cuadro 1-1: Aspectos del plan de ejecución y el responsable.....	1-2
Cuadro 1-2: Análisis de categoría de separación.....	1-5
Cuadro 1-3: Categorías de clasificación de residuos reciclables.....	1-6
Cuadro 1-4: Frecuencia de entrega.....	1-6
Cuadro 1-5: Horario de entrega .....	1-7
Cuadro 1-6: División del servicio entre empresa operadora y la organización de recicladores.....	1-8
Cuadro 1-7: Número necesario de vehículos de recolección .....	1-9
Cuadro 1-8: Sistema de administración del trabajo de recolección.....	1-10
Cuadro 1-9: Categorías de clasificación y su composición.....	1-11
Cuadro 1-10: Volumen de recursos reciclables (referencia) .....	1-12
Cuadro 1-11: Sistema de administración de operación .....	1-16
Cuadro 1-12: Principales destino de recursos reciclables y condiciones de venta .....	1-17
Cuadro 1-13: Aspectos financieros administrados por la asociación de recicladores.	1-17
Cuadro 1-14: Aspectos financieros administrados por la Alcaldía .....	1-18
Cuadro 1-15: Aspectos de monitoreo y datos necesarios .....	1-18
Cuadro 1-16: Contenido del Estudio para la recolección de la información básica....	1-22
Cuadro 1-17: Número de muestras de los hogares por estrato .....	1-24
Cuadro 1-18: Número de muestras de establecimiento por tipo de negocio .....	1-24
Cuadro 2-1: Función y Desafíos de Tratamiento Intermedio .....	2-1
Cuadro 2-2: Proceso de Conversión para el Tratamiento de Residuos Sólidos .....	2-3
Cuadro 2-3: Especificaciones de Materiales Representativas que Afectan a la Selección del Método de Tratamiento de Residuos Urbanos y el Diseño de la Instalación.....	2-4
Cuadro 2-4: Método de Separación y Tratamiento de Residuos Urbanos .....	2-6
Cuadro 2-5: Comparación el Proceso Aerobio con el Proceso Anaerobio.....	2-8
Cuadro 2-6: Comparación del Proceso de Compostaje Aerobio.....	2-8

Cuadro 2-7: Aspectos Importantes para el Diseño del Proceso de Compostaje Aerobio	2-10
Cuadro 2-8: Comparación entre el Incinerador Stoker y el Incinerador de Lecho Fluidizado	2-12
Cuadro 2-9: Comparación entre la Tecnología de Fabricación de RDF y la Tecnología de Fabricación de RPF	2-13
Cuadro 2-10: Forma de los combustibles derivados de residuos (RDF)	2-14
Cuadro 2-11: Composición de Residuos Ingresados en la MRF	2-18
Cuadro 2-12: Configuración de la Instalación de MRF (30 toneladas/día)	2-19
Cuadro 2-13: Horario de Operación de MRF	2-20
Cuadro 2-14: Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas en MRF	2-20
Cuadro 2-15: Contenido de trabajo por sección en MRF (30 toneladas/día)	2-21
Cuadro 2-16: Plan de Asignación de Trabajadores en MRF (30 toneladas/día)	2-22
Cuadro 2-17: Pero que Se Recupera por Tipo de Materiales Reciclables en la Banda Transportadora de Separación Manual (después de separación inicial y apertura de bolsas)	2-23
Cuadro 2-18: Sueldo de Empleados	2-24
Cuadro 2-19: Costo Personal en la Instalación de MRF (30 toneladas/día)	2-24
Cuadro 2-20: Costo Unitario de los Insumos	2-25
Cuadro 2-21: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de MRF (30 toneladas/día)	2-25
Cuadro 2-22: Definición de la Vida Útil	2-26
Cuadro 2-23: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de MRF (30 toneladas/día)	2-26
Cuadro 2-24: Costos del Proyecto de MRF (30 toneladas/día)	2-27
Cuadro 2-25: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de MRF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento MRF (30 toneladas/día)	2-28
Cuadro 2-26: Composición de Residuos Ingresados en la MRF	2-29
Cuadro 2-27: Configuración de la Instalación de MRF (200 toneladas/día)	2-31
Cuadro 2-28: Horario de Operación de MRF	2-32
Cuadro 2-29: Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas en MRF	2-32
Cuadro 2-30: Contenido de trabajo por sección en MRF (200 toneladas/día)	2-32
Cuadro 2-31: Plan de Asignación de Trabajadores en MRF (200 toneladas/día)	2-34
Cuadro 2-32: Sueldo de Empleados	2-35
Cuadro 2-33: Costo Personal en la Instalación de MRF (200 toneladas/día)	2-36
Cuadro 2-34: Costo Unitario de los Insumos	2-36
Cuadro 2-35: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de MRF (200 toneladas/día)	2-37
Cuadro 2-36: Definición de la Vida Útil	2-37
Cuadro 2-37: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de MRF (200 toneladas/día)	2-38
Cuadro 2-38: Costos del Proyecto de MRF (200 toneladas/día)	2-39
Cuadro 2-39: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de MRF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento MRF	2-40
Cuadro 2-40: Configuración de la planta de compostaje	2-44
Cuadro 2-41: Horario de operación	2-45
Cuadro 2-42: Plan de dotación de maquinarias para la planta de compostaje	2-45
Cuadro 2-43: Contenido de trabajo por sección en la planta de compostaje	2-45
Cuadro 2-44: Plan de asignación de trabajadores en la planta de compostaje	2-46
Cuadro 2-45: Sueldo de empleados	2-48

Cuadro 2-46: Costo Personal en la Instalación de Compostaje.....	2-48
Cuadro 2-47: Costo unitario de los insumos .....	2-48
Cuadro 2-48: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Compostaje.....	2-49
Cuadro 2-49: Vida útil.....	2-49
Cuadro 2-50: Costos de la inversión inicial para una planta de compostaje .....	2-50
Cuadro 2-51: Costos del proyecto de la planta de compostaje.....	2-51
Cuadro 2-52: Resultado de cálculo de la capacidad de la planta de compostaje, el monto total de inversión y el precio unitario de tratamiento .....	2-51
Cuadro 2-53: Resultado de estimación del bajo poder calorífico de residuos ingresados en la planta de incineración .....	2-53
Cuadro 2-54: Configuración de la Planta de Incineración .....	2-56
Cuadro 2-55: Horario de Operación .....	2-57
Cuadro 2-56: Contenido de Trabajo por Sección en la Planta de Incineración.....	2-57
Cuadro 2-57: Plan de Asignación de Trabajadores en la Planta de Incineración.....	2-58
Cuadro 2-58: Sueldo de Empleados .....	2-59
Cuadro 2-59: Costo Personal en la Instalación de Incineración .....	2-59
Cuadro 2-60: Costo Unitario de Materiales.....	2-60
Cuadro 2-61: Vida Útil.....	2-60
Cuadro 2-62: Costo de los Insumos en la Planta de Incineración .....	2-61
Cuadro 2-63: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Incineración.....	2-61
Cuadro 2-64: Costo de la Inversión Inicial para una Planta de Incineración .....	2-63
Cuadro 2-65: Costos del Proyecto de la Planta de Incineración.....	2-63
Cuadro 2-66: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Planta de Incineración, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento .....	2-64
Cuadro 2-67: Configuración de la Instalación de RPF.....	2-67
Cuadro 2-68: Horario de Operación .....	2-68
Cuadro 2-69: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de RPF ....	2-68
Cuadro 2-70: Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de RPF .....	2-68
Cuadro 2-71: Plan de Asignación de Trabajadores en la instalación de RPF .....	2-69
Cuadro 2-72: Sueldo de Empleados .....	2-70
Cuadro 2-73: Costo Personal en la Instalación de RPF.....	2-70
Cuadro 2-74: Costo Unitario de los Insumos .....	2-71
Cuadro 2-75: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de RDF.....	2-71
Cuadro 2-76: Definición de la Vida Útil .....	2-72
Cuadro 2-77: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de RPF .....	2-73
Cuadro 2-78: Costos del Proyecto de RPF .....	2-74
Cuadro 2-79: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de RPF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento .....	2-75
Cuadro 2-80: Clasificación de Residuos de Construcción en Sitios de Construcción y Demolición .....	2-77
Cuadro 2-81: Cantidad de Reciclaje Diario en Instalaciones de Almacenamiento Temporal.....	2-79
Cuadro 2-82: Escala de Instalación de Almacenamiento Temporal.....	2-79
Cuadro 2-83: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción.....	2-80
Cuadro 2-84: Plan de Asignación de Trabajadores en la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción .....	2-80
Cuadro 2-85: Sueldo de Empleados .....	2-81
Cuadro 2-86: Costo Personal en la Instalación de Almacenamiento Temporal.....	2-82
Cuadro 2-87: Costo Unitario de los Insumos .....	2-82

Cuadro 2-88: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Almacenamiento Temporal .....	2-82
Cuadro 2-89: Definición de la Vida Útil .....	2-83
Cuadro 2-90: Costos de la Inversión Inicial para una Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción .....	2-83
Cuadro 2-91: Costos del Proyecto de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-84
Cuadro 2-92: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento.....	2-85
Cuadro 2-93: Proporción de Residuos Objeto de reciclaje y de Otros Residuos y Cantidad Generada (2027).....	2-86
Cuadro 2-94: Escala de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-86
Cuadro 2-95: Tecnología de Reciclaje de Residuos de Construcción y Forma de Productos Finales.....	2-87
Cuadro 2-96: Configuración de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-89
Cuadro 2-97: Horario de Operación .....	2-90
Cuadro 2-98: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-90
Cuadro 2-99: Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-90
Cuadro 2-100: Plan de Asignación de Trabajadores en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-92
Cuadro 2-101: Sueldo de Empleados .....	2-93
Cuadro 2-102: Costo Personal en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-94
Cuadro 2-103: Costo Unitario de los Insumos .....	2-94
Cuadro 2-104: Definición de la Vida Útil .....	2-94
Cuadro 2-105: Costos de la Inversión Inicial para una Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-95
Cuadro 2-106: Costos del Proyecto de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-96
Cuadro 2-107: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento.....	2-97
Cuadro 2-108: Datos Básicos Necesarios para la Estimación del Bajo Poder Calorífico con base en la Composición Física de los Residuos.....	2-101
Cuadro 2-109: Cantidad de Residuos Generados Objeto de Incineración .....	2-102
Cuadro 2-110: Cantidad de Materiales de Reciclaje que se Recuperan en las MRF .....	2-102
Cuadro 2-111: Valores Establecidos de la Composición Física.....	2-103
Cuadro 2-112: Cálculo de la Composición Física de los Residuos Ingresados en la Instalación de Incineración (para los años 2012 y 2015) .....	2-104
Cuadro 2-113: Cálculo de la composición física de los residuos ingresados en la instalación de incineración (para los años 2018 y 2027).....	2-105
Cuadro 2-114: Cálculo de la Composición física de los Residuos Ingresados en la Instalación de Incineración (para el año 2027) .....	2-106
Cuadro 2-115: Resultado de Estimación del Bajo Poder Calorífico de los Residuos Ingresados en la Instalaciones de Incineración.....	2-107

## Lista de Figuras

Página:

### PARTE I

Figura 1-1: Cronograma del Proyecto .....	1-2
Figura 3-1: Estructura del PMIRS .....	3-4
Figura 4-1: Centro de Reciclaje La Alquería.....	4-15
Figura 4-2: Flujo de clasificación de residuos reciclables (en La Alquería).....	4-16
Figura 4-3: Razones por la cual no se recicla en las viviendas encuestadas .....	4-58
Figura 4-4: Gestión de pequeños electrodomésticos que no le sirven.....	4-59
Figura 4-5: Gestión de grandes electrodomésticos que no le sirven .....	4-59
Figura 4-6: Clasificación de residuos peligrosos en las viviendas encuestadas.....	4-60
Figura 4-7: Métodos de eliminación de residuos peligrosos .....	4-60
Figura 4-8: ¿Cuáles son los materiales que separa en su establecimiento?.....	4-61
Figura 4-9: ¿A quién entrega el material que separa? .....	4-62
Figura 4-10: ¿Cómo desecha residuos reciclables?.....	4-63
Figura 4-11: ¿Cuáles son los residuos peligrosos?.....	4-63
Figura 4-12: Frecuencia de la recolección de residuos sólidos en instituciones pequeñas.....	4-64
Figura 5-1: Flujo Actual de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. en 2011 .....	5-14
Figura 5-2: Marco regulatorio más relevante para RBL de acuerdo a Jerarquía.....	5-16
Figura 5-3: Seis Áreas de Servicio Especial cubiertas por 4 Operadores antes del 18 de diciembre del 2012 .....	5-20
Figura 5-4: Cantidad y Tipo de Vehículo por Operador .....	5-22
Figura 5-5: Participación por Operador en la Descarga en RSDJ .....	5-23
Figura 5-6: Esquema de Contrato antes del 18 de diciembre .....	5-28
Figura 5-7: Distribución de Operadores desde Mayo del 2013.....	5-33
Figura 5-8: Esquema de Contrato después del 18 de diciembre (Corto Plazo).....	5-34
Figura 5-9: Nuevas ASE para Licitación.....	5-36
Figura 5-10: Aspectos Adicionales a tener en Cuenta para la Ubicación de la ET.....	5-42
Figura 5-11: Ubicación Relleno Sanitario Doña Juana .....	5-56
Figura 5-12: Zonificación Relleno Sanitario Doña Juana .....	5-59
Figura 5-13: Área Zona Optimización Fase I.....	5-68
Figura 5-14: Topografía Inicial de la Zona de Optimización.....	5-72
Figura 5-15: Conformación del Fondo del Relleno.....	5-73
Figura 5-16: Topografía Final Zona Optimización .....	5-74
Figura 5-17: Esquema General del Relleno Sanitario .....	5-75
Figura 5-18: Detalle de Trincheras de Drenaje .....	5-76
Figura 5-19: Esquema Sistema de Trincheras Drenantes.....	5-78
Figura 5-20: Etapa de adecuación del fondo del relleno .....	5-85
Figura 5-21: Modificación zonas intervenidas por el proyecto.....	5-85
Figura 5-22: Excavación de terrazas .....	5-86
Figura 5-23: Drenaje de fondo e impermeabilización de terrazas.....	5-86
Figura 5-24: Promedios Mensuales Indicador de Colas.....	5-90
Figura 5-25: Promedios Mensuales Indicador de Densidades.....	5-91
Figura 5-26: Densidad Topográfica año 2011 .....	5-91
Figura 5-27: Promedios Mensuales Indicador de Cobertura.....	5-92
Figura 5-28: Flujo Lixiviados.....	5-97
Figura 5-29: Diagrama de Flujo Proceso de Tratamiento de Lixiviado .....	5-98
Figura 5-30: Volumen de Lixiviado Tratado Mensualmente Año 2012 .....	5-99



Figura 5-31: Detalle Reducción Emisiones CO <sub>2</sub> eq .....	5-108
Figura 5-32: Vértices Polígono según Resolución 2211 y Corregido .....	5-109
Figura 5-33: Plano Base para los Pre-diseños del RSDJ .....	5-113
Figura 5-34: Plano Pre-diseños del 1 al 8 del RSDJ.....	5-114
Figura 5-35: Plano Pre-diseño 9 del RSDJ.....	5-115
Figura 5-36: Ingreso Residuos al RSDJ .....	5-116
Figura 5-37: Vida Útil relleno Sanitario Doña Juana .....	5-119
Figura 5-38: METODOLOGÍA PGIRS .....	5-184
Figura 5-39: Organigrama del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio .....	5-193
Figura 5-40: Organigrama del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.....	5-197
Figura 5-41: Organigrama Departamento Nacional de Planeación.....	5-199
Figura 5-42: Organigrama Consejo Nacional de Política Económica y Social.....	5-200
Figura 5-43: Organigrama de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y Desarrollo Sostenible .....	5-201
Figura 5-44: Organigrama de Superintendencia de Servicios Públicos .....	5-202
Figura 5-45: Localidades de Distrito Capital .....	5-209
Figura 5-46: Organigrama Distrital (a).....	5-211
Figura 5-47: Organigrama Distrital (b) .....	5-212
Figura 5-48: Organigrama Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos .	5-217
Figura 5-49: Flujo de Información y Flujo de Dinero .....	5-225
Figura 5-50: Contratos y Convenios sobre Flujo de Información y Flujo de Dinero	5-225

## PARTE II

Figura 1-1: Flujo del trabajo de clasificación manual .....	1-12
Figura 2-1: Tecnología de Tratamiento Intermedio y Reciclaje de Materiales .....	2-2
Figura 2-2: Diagrama de Flujo de MRF (30 toneladas/día) .....	2-17
Figura 2-3: Plano de Distribución en MRF (30 toneladas/día) .....	2-18
Figura 2-4: Diagrama de Flujo de MRF (200 toneladas/día) .....	2-29
Figura 2-5: Plano de Distribución en MRF (200 toneladas/día) .....	2-30
Figura 2-6: Flujo de procesos en una planta de compostaje.....	2-41
Figura 2-7: Balance de materiales en una planta de compostaje.....	2-42
Figura 2-8: Plano de distribución de la planta de compostaje.....	2-43
Figura 2-9: Diagrama de flujo de la planta de incineración .....	2-54
Figura 2-10: Plano de Distribución de la Planta de Incineración (Referencia: Sagara-cho, Japón).....	2-55
Figura 2-11: Corte de la Planta Incineración (Referencia: Planta de Kuzuoka, Municipio de Sendai, Japón).....	2-55
Figura 2-12: Escala de la instalación y el área total construida, Área total construida y Área de terreno .....	2-62
Figura 2-13: Flujo de la Instalación de RPF .....	2-65
Figura 2-14: Balance de Materiales de la Instalación de RPF.....	2-65
Figura 2-15: Plano de Distribución de la Instalación de RPF .....	2-66
Figura 2-16: Flujo de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción .....	2-87
Figura 2-17: Plano de Distribución de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción.....	2-88

## Abreviatura

AAU	Autoridades Ambientales Urbanas
ANDI	Asociación Nacional de Empresarios de Colombia
ANDI	Asociación Nacional de Industriales
ASE	Área de Servicio Exclusivo
AST	Área de Selección o Transferencia
BI/F	Borrador Informe Final
CAR	Corporación Autónoma Regional
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CC	Comité de Coordinación
CDS	Corporaciones Autónomas Regionales para el Desarrollo Sostenible
CGR Doña Juana	
S.A. ESP	Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana S.A. ESP
Co2eq	Dióxido de carbono equivalente
CONPES	Consejo Nacional de Política Económica y Social
CRA	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
CRE	Certificados de Reducción de Emisiones
CTR	Control de Tránsito de Residuos
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DAPD	Departamento Administrativo de Planeación Distrital
DDP	Documento de Diseño de Proyecto
EAAB	Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá
ECCR	Estudio sobre la Cantidad y Composición de los Residuos
EDIS	Empresa Distrital de Aseo
EMJ	Equipo de la Misión de JICA
EOP	Encuesta de Opinión Pública
EOT	Esquema de Ordenamiento Territorial
GDC	Gobierno de Colombia
GDJ	Gobierno de Japón
GNC	Gobierno Nacional Central
HDPE	Polietileno de alta densidad
HIMAT	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras
I/F	Informe Final
I/I	Informe Inicial
I/IT	Informe Intermedio
IDU	Instituto de Desarrollo Urbano
IDU	Instituto de Desarrollo Urbano
INDERENA	Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente
INGEOMINAS	Instituto Colombiano de Geología y Minería
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
MADS	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MPR	Materiales Potencialmente Reciclables
MPR	Materiales Potencialmente Reciclables
MRS	Manejo de Residuos Sólidos

PEV	Puntos de Entrega Voluntaria
PIB	Producto Interno Bruto
PMIRS	Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
POZ	Plan de Ordenamiento Zonal
PRB	Producto Regional Bruto
PRE	Plantas de Reciclaje de Escombros
PTL	Planta de Tratamiento de Lixiviados
R/D	Registro de Discusiones
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
RAS	Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
RBL	Recolección, Barrido y Limpieza
RCD	Residuo de la Construcción y Demolición
RS	Residuos Sólidos
RSDJ	Relleno Sanitario de Doña Juana
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente
SISBEN	Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales
SSPD	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
STL	Sistema de tratamiento de lixiviados
SUI	Sistema Único de Información de Servicios Públicos
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos

# PARTE I



# Capítulo 1

---

---

*Perfil del Proyecto*

# 1 Perfil del Proyecto

## 1.1 Antecedentes

Debido a la rápida urbanización, el manejo adecuado de residuos se ha convertido en uno de los asuntos importantes en Bogotá D.C. Bogotá D.C. desarrolló un plan maestro para el manejo integral de residuos sólidos (PMIRS) en el 2006 y se encuentra trabajando para lograr sus metas. Sin embargo, debido al aumento poblacional (se estima en 8 millones de personas) y cambios en el estilo de vida, se ha creado una brecha entre el PMIRS y la situación actual.

Bajo estas circunstancias, el Gobierno de Colombia (GDC) solicitó al Gobierno del Japón (GDJ) proveer de asistencia técnica para formular un plan maestro para el manejo integral de residuos sólidos, revisando el PMIRS actual y definiendo el papel de las diversas partes interesadas, con el fin de reducir la brecha existente.

En respuesta a dicha solicitud, y debido al estatus importante que tiene el ambiente bajo la política de cooperación del Japón, JICA, la agencia oficial responsable de la implementación del programa de cooperación técnica del GDJ, ha resuelto llevar a cabo el Proyecto en cooperación con las autoridades relacionadas del GDC.

Después de una serie de discusiones, JICA y la parte colombiana llegaron a un acuerdo sobre el alcance y contenido del Proyecto e intercambiaron el Registro de Discusiones (R/D) en noviembre del 2011. El Proyecto se implementó con base en el R/D.

## 1.2 Título del Proyecto

El título del Proyecto es **“Proyecto del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos en Bogotá, D.C.”**

## 1.3 Objetivos que se quieren alcanzar

Se espera que lo siguiente se logre después de la finalización del Proyecto.

- (1) Bogotá implementará el plan maestro (PMIRS) apropiadamente, con el fin de mejorar la calidad de vida y el bienestar de sus habitantes.
- (2) La gestión de los residuos sólidos será llevada a cabo adecuadamente, al incluir varios actores y esclarecer los roles de los actores.

## 1.4 Resultados

- (1) Complementar el Plan Maestro para el manejo sustentable y apropiado de residuos sólidos en Bogotá.
- (2) Fortalecer la capacidad de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos





Cuadro 1-1: Equipo de la UAESP

## Directivos Actuales:

No	Nombre y apellido	Cargo / Responsabilidad
1	Nelly Mogollón Montañés	Directora General
2	Ismael Martínez	Jefe de la Oficina de Planeación
3	Pedro Ramos Gutierrez	Subdirección de Disposición Final
4	Miguel Vigoya Abuchar	Subdirección de Recolección, Barrido y Limpieza – RBL
5	Lucia del Pilar Bohórquez	Subdirección de Aprovechamiento
6	Mauricio Valencia Silva	Subdirección Administrativa y Financiera
7	Omar Barón Avendaño	Subdirección de Asuntos Legales
8	Ilva Nubia Herrera Gálvez	Subdirección de servicios funerarios y alumbrado público
9	Patricia Elena Rozo Marulanda	Oficina Asesora de Comunicaciones y Relaciones Interinstitucionales

## Grupo de apoyo técnico inicial:

No	Nombre y apellido	Cargo / Responsabilidad
1	Hilda Castro	Profesional Oficina Asesora de Planeación
2	Diana Castañeda	Profesional universitario / Subdirección de asuntos legales
3	Yira Bolaños	Profesional Oficina Control Interno
4	Carlos Rojas	Asesor de la Dirección.
5	Angela Gayón Martínez	Profesional Subdirección Aprovechamiento
6	Paola Ávila Forero	Profesional Subdirección Aprovechamiento
7	Heimunth Duarte Cubillos	Contratista Subdirección Aprovechamiento
8	Gabriel Córdoba	Contratista Subdirección Aprovechamiento
9	Gilberto Corredor	Profesional Subdirección de Recolección Barrido y Limpieza
10	Diego Triana	Profesional Subdirección de Recolección Barrido y Limpieza
11	Ruth Quevedo	Profesional Subdirección de Recolección Barrido y Limpieza
12	Belquis Sepúlveda Mancipe	Profesional Subdirección de Disposición Final
13	Ivan Florian	Profesional Subdirección de Disposición Final
14	Elsa sichaca	Contratista Subdirección de Disposición Final

## Otras personas que participaron en el proyecto:

No	Nombre y apellido	Cargo / Responsabilidad
1	Guillermo Asprilla	Ex - Director General
2	Carlos Arboleda	Ex - Director General
3	Henry Romero	Ex - Director General Encargado y Ex Jefe Oficina Planeación
4	Germán Cabuya	Ex - Jefe Oficina Tics
5	María Fernanda Aguilar	Ex - Subdirectora Recolección, Barrido y Limpieza (RBL)
6	Leonardo Rodríguez	Ex Subdirector de Aprovechamiento
7	Argemiro Plaza	Ex - Subdirector Aprovechamiento
8	Libia Esperanza Cuervo	Ex - Subdirectora Disposición Final
9	Nhora Usme	Ex - Asesora de la Dirección
10	Guillermo Gálvez	Ex - Asesor Dirección Coordinador Educación
11	Carolina Abusaid	Ex - Jefe de la Oficina de Planeación, PMIRS
12	Henry Nieto	Ex - Subdirector Alumbrado Público y Cementerios
13	Carlos Jaimes	Ex - Proyecto Alumbrado Publico

### (2) Equipo de la Misión de JICA (EMJ)

El Equipo de la Misión de JICA está compuesto por personal de firmas consultoras japonesas que se encuentran bajo contrato con la JICA. El Equipo trabajó en conjunto con la Unidad para la implementación del Proyecto antes mencionada. El siguiente cuadro muestra sus miembros.

Cuadro 1-2: Equipo de la Misión de JICA

No.	Nombre	Responsabilidades
1	Ikuo MORI	Líder del Equipo/Experto en Gestión de Residuos Sólidos y Residuos Peligrosos
2	Mario VALLE	Analista de Residuos 1/Recolección y Transporte
3	Eduardo HADDAD	Tratamiento de Residuos Peligrosos
4	Koji KUSUNOKI	Analista de Residuos 2/Reciclaje
5	Tamotsu SUZUKI	Tratamiento Intermedio
6	Ximena ALEGRIA	Disposición Final & Instalaciones
7	Mie NAGAYASU	Concienciación Pública /Consideraciones Ambientales y Sociales
8	Masaru OBARA	Analista Financiero/Economista
9	Keiko YAGUCHI	Intérprete y Traductora

### 1.7.2 Comité de Coordinación

El Comité de Coordinación (en adelante referido como el “CC”) se iba a establecer con el propósito de facilitar la coordinación interorganizacional. Sin embargo, el Comité PMIRS ya existió según el Decreto 312 de 2006, y el Comité funcionó como el CC.

#### (1) Funciones

Las principales funciones del Comité fueron:

- Revisar el avance general del proyecto y sus logros,
- Examinar los problemas más importantes generados del o en relación con el Proyecto; y
- Proponer la modificación de las actividades dependiendo de la necesidad.

#### (2) Miembros

El CC fue compuesto por los siguientes miembros. El Comité PMIRS se reunió en varias ocasiones y las consultas con algunos miembros adicionales se hicieron individualmente.

i) Los miembros del Comité de Seguimiento del PMIRS, que están autorizados por la norma:

- Representante de la Secretaría Distrital del Hábitat
- Representante de la Secretaría Distrital de Planeación
- Representante de la Secretaría Distrital de Ambiente
- Representante de la Secretaría Distrital de Salud

- Representante de la Secretaría Distrital de Gobierno
  - Representante de las organizaciones de recicladores de oficio vinculados al programa de inclusión social de la UAESP
  - Representante de los Alcaldes Menores
  - Representante de los Comités de Desarrollo y Control Social de Servicio Público de Aseo
  - Representante de la UAESP
- ii) Miembros Adicionales
- Representante del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)
  - Equipo de la Misión de JICA
  - Representante(s) de la Oficina de JICA en Colombia
  - Representante de la Gobernación de Cundinamarca
  - Representante de la Corporación Autónoma Regional-CAR
- iii) Observadores
- Funcionario(s) de la Embajada de Japón

## 1.8 Documentación

### 1.8.1 Informes

Los Informes fueron preparados en conjunto con la Unidad Ejecutora del Proyecto y el Equipo de la Misión de JICA. la cantidad necesaria de copias de los informes fue impresa por la JICA y entregada a la parte colombiana de la siguiente manera:

Cuadro 1-3: Informes

No.	Título	Cantidad de Copias		Fecha
		Inglés	Español	
1	Borrador del Informe Inicial	10	10	Abril 2012
2	Informe Inicial	10	10	Abril 2012
3	Borrador del Informe Intermedio	10	10	Diciembre 2012
4	Informe Intermedio	10	10	Enero 2013
5	Borrador del Informe Final	en medio electrónico		Agosto 2013
6	Informe Final	-	-	Noviembre 2013
	- Resumen	20	20	
	- Informe Principal	20	20	

### (1) Borrador del Informe Inicial

El Borrador del Informe Inicial presentó el alcance del Proyecto definido en el R/D y detalle de actividades que han sido planificadas por la parte japonesa con base en el R/D. El contenido fue discutido entre la parte colombiana y la parte japonesa.

### (2) Informe Inicial

El Borrador del Informe Final fue finalizado en la forma de Informe Inicial (este informe) con base en el acuerdo hecho como resultado de la discusión antes mencionada. En consecuencia, el Proyecto se implementará fundamentado en el Informe Inicial.

### (3) Borrador del Informe Intermedio

El Borrador del Informe Intermedio contuvo los resultados del primer año fiscal, que fue desde abril hasta diciembre del 2012.

### (4) Informe Intermedio

El Borrador el Informe Intermedio fue finalizado como Informe Intermedio luego de ser revisado tanto por la parte colombiana como la parte japonesa.

### (5) Borrador del Informe Final

El Borrador del Informe Final contiene todos los resultados de las actividades realizadas por el Proyecto. Éste debe ser revisado por ambas partes, la colombiana y la japonesa. Los comentarios del informe deberán ser enviados al Equipo de la Misión de JICA dentro del período de un mes, después de recibir el informe.

### (6) Informe Final

El Borrador del Informe Final será finalizado como Informe Final, teniendo en cuenta los comentarios antes mencionados.

## 1.8.2 Idioma

Los informes serán elaborados tanto en inglés como español. Los documentos que servirán de comunicación entre la parte japonesa y la parte colombiana serán preparados en inglés y/o español. Las dos versiones se consideran igualmente auténticas. En caso de una divergencia en la interpretación, la versión en inglés prevalecerá.

# Capítulo 2

---

---

*Perfil del Área de Estudio*

## 2 Perfil del Área de Estudio

### 2.1 Condiciones Económicas y Sociales

Esta Sección presenta una breve descripción de las características económicas y sociales relevantes, comenzando con una visión general a nivel nacional, para luego presentar una descripción del Área de Estudio que se trata de Bogotá, D.C. La disponibilidad de los datos apropiados a cada nivel determina los detalles de las descripciones.

#### 2.1.1 Colombia

##### 2.1.1.1 Producto Interno Bruto (PIB)

El Banco Mundial categoriza a Colombia como un país de “ingreso medio-superior”, con un Producto Interno Bruto (PIB) de US\$288.200 millones, una población de 46,3 millones de personas, y un PIB per cápita de US\$5.510 en el año 2010.

Los datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) indican que el PIB Total a Precios Corrientes tuvo un crecimiento anual acumulativo del 10,3% entre el año 2000 y el año 2011, mientras que a Precios Constantes de 2005 el correspondiente crecimiento anual acumulativo fue del 4,2%. La población total de Colombia tuvo un crecimiento anual acumulativo del 1,2% entre el año 2000 y el año 2011, estimándose que la población total de Colombia en 2011 superó ligeramente las 46 millones de personas. El PIB Per Cápita superó los 13 millones de Pesos en 2011, habiendo crecido a una tasa anual acumulativa del 9,0% entre el año 2000 y el año 2011. Por otra parte, el PIB Per Cápita a Precios Constantes de 2005 fue ligeramente inferior a los 10 millones de Pesos en 2011, habiendo crecido a una tasa anual acumulativa del 3,0% entre el año 2000 y el año 2011.

El Cuadro siguiente presenta los detalles del PIB, Total y Per Cápita, a Precios Corrientes y a Precios Constantes de 2005.

Cuadro 2-1: Producto Interno Bruto Total y Per Cápita

Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia: Total y Per Cápita, Precios Corrientes y Precios Constantes Base 2005										
Año	PIB Total				Población		PIB per Capita			
	Precios Corrientes		Precios Constantes 2005		(Personas)	Crecim. Anual (%)	Precios Corrientes		Precios Constantes de 2005	
(Mil Millones de Pesos)	Crecim. Anual (%)	(Mil Millones de Pesos)	Crecim. Anual (%)	(Pesos)			Crecim. Anual (%)	(Pesos)	Crecim. Anual (%)	
2000	208.531		284.761		40.295.563		5.175.036		7.066.808	
2001	225.851	8,3	289.539	1,7	40.813.541	1,3	5.533.727	6,9	7.094.190	0,4
2002	245.323	8,6	296.789	2,5	41.328.824	1,3	5.935.881	7,3	7.181.162	1,2
2003	272.345	11,0	308.418	3,9	41.848.959	1,3	6.507.808	9,6	7.369.789	2,6
2004	307.762	13,0	324.866	5,3	42.368.489	1,2	7.263.936	11,6	7.667.632	4,0
2005	340.156	10,5	340.156	4,7	42.888.592	1,2	7.931.153	9,2	7.931.153	3,4
2006	383.898	12,9	362.938	6,7	43.405.956	1,2	8.844.362	11,5	8.361.479	5,4
2007	431.072	12,3	387.983	6,9	43.926.929	1,2	9.813.388	11,0	8.832.464	5,6
2008	480.087	11,4	401.744	3,5	44.451.147	1,2	10.800.329	10,1	9.037.877	2,3
2009	504.647	5,1	408.379	1,7	44.978.832	1,2	11.219.656	3,9	9.079.360	0,5
2010	543.747	7,7	424.719	4,0	45.509.584	1,2	11.947.967	6,5	9.332.518	2,8
2011	615.772	13,2	449.900	5,9	46.044.601	1,2	13.373.381	11,9	9.770.961	4,7
2000-2011		10,3%		4,2%		1,2%		9,0%		3,0%

Fuentes: DANE - Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales, Cálculos Propios

### 2.1.1.2 Actividades y Sectores Económicos

La estructura del PIB a Precios Constantes de 2005 muestra que en el período 2000 a 2010 los sectores tradicionales constituyeron alrededor del 90%, y el 10% restante lo constituyeron los Impuestos y Subvenciones. La Agricultura junto con la Minería constituyó alrededor del 14% del PIB, la Industria Manufacturera, Electricidad-Agua-Gas y Construcción alrededor del 23% del PIB, mientras que Transporte y Comunicaciones, Servicios Financieros-Seguros-Inmobiliaria y Otros Servicios constituyeron alrededor del 54% del PIB en el año 2010. Se observa que ha sido relativamente estable la estructura de la economía colombiana en esta década 2000-2010. El análisis de la estructura general de la economía colombiana arroja resultados similares cuando se utilizan los Precios Corrientes.

En el período 2000 a 2010 la economía colombiana creció a una tasa anual acumulativa del 4,1% en términos de Precios Constantes de 2005. Las actividades económicas de mayor crecimiento en el período 2000 a 2010 fueron la Construcción con un crecimiento anual acumulativo del 7,6%, el Transporte y Comunicaciones con el 5,5%, el Comercio-Restaurantes-Hoteles con el 4,4%, los Servicios Financieros y Seguros con el 4,1%, la Industria Manufacturera con el 3,5% y los Servicios Sociales, Comunales y Personales con el 3,4%.



Las tasas de crecimiento anual acumulativo son lógicamente superiores al utilizar los Precios Corrientes, resultado en un crecimiento anual acumulativo del PIB del 10,1% durante el período 2000 a 2010.

### 2.1.1.3 Indicadores Económicos

#### a. Comercio Exterior

La balanza comercial de Colombia fue positiva solamente en los siguientes 3 años: 2000, 2004 y 2011 dentro del período 2000 a 2011. El saldo favorable del año 2011 fue de 2.278 millones de dólares, resultante de las exportaciones que alcanzaron a 56.954 millones de dólares, mientras que las importaciones fueron de 54.676 millones de dólares. La tasa de crecimiento anual acumulativo fue mayor para las importaciones al registrar un 15,00% en el período 2000-2011, mientras que las exportaciones crecieron a una tasa anual acumulativa de 14,25%. El cuadro siguiente presenta el panorama anual de la balanza comercial de Colombia.

Cuadro 2-2: Balanza Comercial de Colombia

Colombia: Balanza Comercial			
(Millones de Dólares FOB, CIF)			
Año	Exportaciones	Importaciones	Balanza
2000	13.158	11.757	1.401
2001	12.330	12.822	-492
2002	11.975	12.695	-720
2003	13.129	13.881	-752
2004	16.788	16.763	25
2005	21.190	21.205	-15
2006	24.391	26.164	-1.773
2007	29.991	32.897	-2.906
2008	37.626	39.670	-2.044
2009	32.853	32.898	-45
2010	39.820	40.683	-863
2011	56.954	54.676	2.278
2000-2011	14,25%	15,00%	

Fuente: DANE

Entre los productos de exportación, el rubro “Reciclaje” tuvo un crecimiento espectacular de 36,4% anual acumulativo entre 2000 y 2011, aunque en términos absolutos la contribución al valor total de las exportaciones no fue tan importante ya que significó un aumento desde 2 millones de dólares en 2000 a 61 millones de dólares en 2011. Otros productos de exportación con crecimientos impresionantes de más de 10% anual acumulativo durante el período 2000-2011 fueron los “Metalúrgicos” con el 24,5%, los productos de la “Refinación del Petróleo” con el 18,75%, el Sector Minero con el 18,35%, y los productos de “Caucho y Plástico” con el 11,5%.

Con referencia a los productos de importación, todos los grupos superaron el 10% de crecimiento anual acumulativo. La importación de los “Combustibles y Lubricantes” crecieron a una tasa anual acumulativa del 29%, mientras que las tasas de crecimiento anual acumulativo fueron del 24,4% en los “Materiales de Construcción”, 20,4% en los “Bienes de Consumo Duraderos”, 20% en los “Equipos de Transporte”, 19,7% en los “Bienes de Capital para Agricultura”, y 14,6% en los “Bienes de Capital para Industria”.

**b. Otros Indicadores Económicos Recientes**

El Banco de la República, en fecha 4 de junio de 2012 presentó la evolución en la última década del Índice de Precios al Consumidor, la Tasa de Cambio Representativa del Mercado en Pesos Colombianos por Dólar Americano, la Tasa de Interés sobre Depósitos a Término Fijo (DTF), la Tasa de Interés para el Consumo, la Tasa de Interés Comercial, y la Tasa de Interés Hipotecario, como se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-3: Indicadores Económicos Recientes: IPC, TRM, DTF e Intereses

Indicadores Económicos Recientes (4 junio 2012)						
IPC - TRM - DTF - Otras Tasas de Interés						
Año	Índice de Precios al Consumidor (IPC)	Tasa Representativa de Mercado (TRM)	Tasa de Interés Depósito a Término Fijo (DTF)	Tasa de Interés Consumo	Tasa de Interés Comercial	Tasa de Interés Hipotecario
	(%)	(Pesos/US\$)	(%)	(%)	(%)	(%)
2000	8,75	2.229,18	12,15	28,77	16,73	22,24
2001	7,65	2.291,18	12,44	33,57	17,70	20,46
2002	6,99	2.864,79	8,94	28,45	13,39	19,74
2003	6,49	2.778,21	7,80	27,05	12,90	20,61
2004	5,50	2.389,75	7,80	26,00	12,70	19,11
2005	4,85	2.284,22	7,01	24,16	11,97	17,89
2006	4,48	2.238,79	6,27	20,55	10,98	14,89
2007	5,69	2.014,76	8,01	22,29	13,48	15,13
2008	7,67	2.243,59	9,74	25,74	15,33	16,78
2009	2,00	2.044,23	6,15	23,22	11,53	15,36
2010	3,17	1.913,98	3,66	18,15	7,72	13,14
2011	3,73	1.942,70	4,21	18,12	8,39	13,00

Fuente: Banco de la República

Se observa que la tasa de inflación se ha mantenido por debajo del 10% a partir del año 2000, y a menos del 5% a partir del año 2009, registrándose una tasa del 3,73% en el año 2011.

La tasa de interés pasiva se presenta como la tasa de interés sobre los Depósitos a Término Fijo (DTF), y se mantuvo en menos del 5% anual en los años 2010 y 2011, 3,66% y 4,21%, respectivamente. En cambio, lógicamente las tasas de interés activas han sido mayores, y en el

año 2011 oscilaron entre el 8,4% como Tasa de Interés Comercial, 13% como Tasa de Interés Hipotecario, y 18,1% como Tasa de Interés para Consumo.

La tasa de cambio entre el peso colombiano y el dólar americano se presenta como la Tasa Representativa del Mercado (TRM), y es ligeramente diferente de la cotización del dólar americano presentada por el mismo Banco de la República. La TRM fue de 1.942,7 pesos colombianos por dólar americano en el año 2011.

### c. Cotización del Dólar Americano

El cuadro siguiente elaborado con datos diferentes de la misma fuente Banco de la República presenta la evolución de la cotización del dólar americano en la última década.

Cuadro 2-4: Cotización del Dólar Americano

Cotización del Dólar Americano en Pesos Colombianos	
Año	Promedio Anual (Pesos/Dólar)
2000	2.087,42
2001	2.299,77
2002	2.597,96
2003	2.877,50
2004	2.626,22
2005	2.320,77
2006	2.357,98
2007	2.078,35
2008	1.966,26
2009	2.156,29
2010	1.897,89
2011	1.848,17
2000-2011	-1,10%
2003-2011	-5,38%

Fuente: Banco de la República

Se observa en el cuadro precedente que la cotización del dólar americano en pesos colombianos aumentó bruscamente desde alrededor de 2.000 pesos en el año 2000 hasta casi 3.000 pesos en el año 2003, para luego presentar una tendencia decreciente hasta el año 2011. Por lo tanto, la tasa anual acumulativa fue de -1,1% en el período 2000-2011, pero mucho más pronunciada, -5,4% si se considera solamente el período 2003-2011. Esta tendencia decreciente ha continuado, ya que en los meses de mayo y junio del año 2012 la cotización del dólar americano se mantenía en alrededor de 1.700 pesos colombianos.

**d. Finanzas Públicas**

Otro de los datos recientes presentados por el Banco de la República se refiere a los Ingresos, Egresos y Deuda Total del Gobierno Nacional Central (GNC), expresados tanto en billones de pesos como en % del PIB, como se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 2-5: Ingresos, Egresos y Deuda Total del Gobierno Nacional Central**

Finanzas del Gobierno Nacional Central: Ingresos y Egresos como % del PIB Indicadores Económicos Recientes (4 junio 2012)								
Año	Ingresos GNC	Gastos GNC	Superávit o Déficit	Deuda Total GNC	Ingresos GNC	Gastos GNC	Superávit o Déficit	Deuda Total GNC
	(Billones de Pesos)				(% de PIB)			
2000	22,8	32,5	-9,7	70,7	10,9	15,6	-4,7	36,0
2001	27,6	38,4	-10,8	88,7	12,2	17,0	-4,8	41,5
2002	30,3	42,8	-12,5	110,6	12,4	17,4	-5,0	47,5
2003	34,4	46,0	-11,6	123,6	12,6	16,9	-4,3	46,9
2004	40,0	53,7	-13,7	128,4	13,0	17,4	-4,4	42,9
2005	45,9	59,4	-13,5	141,4	13,5	17,5	-4,0	42,2
2006	56,4	69,4	-13,0	150,5	14,7	18,1	-3,4	39,3
2007	64,7	76,3	-11,6	154,9	15,0	17,7	-2,7	35,9
2008	75,1	86,1	-11,0	170,5	15,6	17,9	-2,3	35,6
2009	77,1	97,9	-20,8	186,7	15,5	19,2	-3,7	36,7
2010	74,9	96,0	-21,1	204,1	14,1	17,5	-3,4	37,3
2011	94,1	112,0	-17,9	215,8	16,2	18,4	-2,2	35,8
2000 - 2011	13,8%	11,9%	5,7%	10,7%				

Fuente: Banco de la República

Se observa en el Cuadro precedente que los Gastos del Gobierno Nacional Central han sido mayores que los Ingresos en todos y cada uno de los años comprendidos entre el año 2000 y el año 2011 (datos del Banco de la República). En otras palabras, el Gobierno Nacional Central presentó déficits en sus finanzas durante todo el período 2000-2011, alcanzando este déficit a 17,9 billones de pesos en el año 2011, resultante de los Ingresos por 94,1 billones de pesos y de los Gastos por 112 billones de pesos. Sin embargo, mientras los Gastos del Gobierno Nacional Central crecieron a una tasa anual acumulativa del 11,9% en el período 2000-2011, los Ingresos del Gobierno Nacional Central crecieron a una tasa anual acumulativa mayor del 13,8%. El déficit en las finanzas públicas se ha mantenido por debajo del 5% del PIB en el período 2000-2011 (déficit del 2,2% del PIB en 2011).

Por otra parte, la Deuda Total del Gobierno Nacional Central alcanzó el máximo de 47,5% del PIB en el año 2002, pero se ha mantenido por debajo del 40% a partir del año 2006, siendo del 35,8% en el año 2011.

Se observa que el déficit financiero creció al 5,7% anual acumulativo en el periodo 2000-2011, mucho menos que la tasa de crecimiento de los Gastos y de los Ingresos, por lo cual se considera que el déficit en las finanzas públicas va mejorando. Además, la Deuda Total del Gobierno Nacional Central se encuentra en alrededor de la tercera parte del PIB, proporción que se considera prudente.

Los datos del Ministerio de Hacienda y Crédito Público presentan cifras ligeramente diferentes en relación a los Ingresos y Egresos, pero permanece inalterable el estado de déficit financiero en cada uno de los años durante el período 2000 al 2011. Además, contiene la información adicional sobre el financiamiento interno y externo del déficit, como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-6: Financiamiento Interno y Externo del Déficit del GNC

Finanzas del Gobierno Nacional Central: Financiamiento Interno y Externo Indicadores Económicos Recientes (4 junio 2012)						
Año	Ingresos GNC	Gastos GNC	Superávit o Déficit	Financiamiento Interno	Financiamiento Externo	Total Financiamiento
(Mil Millones de Pesos)						
2000	23.196,7	33.541,6	-10.344,9	6.670,7	3.674,2	10.344,9
2001	28.941,8	40.111,4	-11.169,6	2.423,1	8.746,4	11.169,6
2002	31.459,0	42.594,2	-11.135,2	11.154,2	-19,1	11.135,2
2003	35.798,3	46.927,1	-11.128,9	5.529,3	5.599,6	11.128,9
2004	40.629,2	52.111,5	-11.482,3	8.036,1	3.446,2	11.482,3
2005	46.255,5	60.513,3	-14.257,8	15.337,1	-1.079,2	14.257,8
2006	57.134,2	68.887,5	-11.753,2	6.352,5	5.400,8	11.753,2
2007	65.853,5	77.787,7	-11.934,3	12.809,5	-875,2	11.934,3
2008	76.462,0	84.770,3	-8.308,4	5.806,3	2.502,0	8.308,4
2009	77.957,4	96.867,0	-18.909,7	9.668,1	9.241,6	18.909,7
2010	74.940,3	94.208,5	-19.268,3	16.294,3	2.973,9	19.268,3
2011	94.230,5	106.877,5	-12.647,0	9.234,2	3.412,8	12.647,0
2000 - 2011	13,6%	11,1%	1,8%	8,5%	-0,7%	5,8%

Fuente: Ministerio de Hacienda y Crédito Público

#### e. Origen de los Ingresos y Destino de los Egresos del GNC

Esta Sección presenta las fuentes principales de los Ingresos del GNC, Tributarios y No Tributarios, los principales impuestos, así como también el destino de los Gastos del GNC.

Cuadro 2-7: GNC: Origen de Ingresos y Destino de Gastos

Ingresos y Egresos del Gobierno Nacional Central (GNC)											
(%)											
Ingresos y Egresos	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ingresos de operaciones	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Tributarios	84,7	85,7	86,1	87,6	90,4	91,5	89,8	87,9	84,2	83,6	89,1
Renta e IVA interno	57,8	58,6	57,2	59,0	63,6	63,6	61,4	60,2	56,1	59,4	61,6
Aduanas e IVA externo	18,4	18,1	17,0	17,7	17,5	19,1	20,6	19,3	17,9	15,8	18,5
Gasolina	3,6	3,8	3,1	2,9	2,6	2,5	2,1	1,8	1,7	1,7	1,9
Otros	4,8	5,2	8,8	8,1	6,7	6,3	5,7	6,4	8,5	6,8	7,1
No Tributarios y otros	15,3	14,3	13,9	12,4	9,6	8,5	10,2	12,1	15,8	16,4	10,9
Gastos Corrientes	89,5	89,1	90,1	92,0	93,4	92,2	91,5	88,8	87,5	88,1	87,7
Funcionamiento	68,4	68,3	69,6	70,0	72,6	75,2	71,6	69,2	70,8	72,9	72,6
Servicios personales	17,0	16,3	15,9	16,0	12,6	12,1	12,0	11,3	11,6	11,5	12,5
Gastos generales	4,1	4,4	4,7	4,6	4,3	4,7	5,1	5,0	4,3	3,8	4,6
Transferencias	47,3	47,6	49,0	49,5	55,7	58,4	54,5	52,9	54,9	57,6	55,5
Intereses sobre la deuda	21,2	20,8	20,5	22,0	20,8	17,0	19,8	19,7	16,7	15,2	15,1
Interna	14,6	13,3	12,2	12,7	12,5	9,9	14,1	14,7	12,4	11,2	11,2
Externa	6,6	7,5	8,4	9,3	8,3	7,1	5,8	5,0	4,3	4,0	3,9
Superávit o Déficit Corriente	10,5	10,9	9,9	8,0	6,6	7,8	8,5	11,2	12,5	11,9	12,3
Inversión	8,0	7,2	6,9	6,1	6,0	7,2	7,9	10,8	12,3	11,7	12,0
Préstamo Neto	2,5	3,7	3,0	1,8	0,6	0,5	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2
Gastos Totales	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Déficit / Ingresos	-44,6	-38,6	-35,4	-31,1	-28,3	-30,9	-20,6	-18,1	-10,9	-24,3	-25,7

Fuente: Banco de la República

El cuadro precedente indica que los Ingresos Tributarios han constituido alrededor del 85% al 90% de los Ingresos Totales en el período 2000 a 2010. Esto ha dejado una participación del 10% al 15% de los Ingresos No Tributarios. Entre los Ingresos Tributarios, el impuesto más importante ha sido el Impuesto a la Renta y el IVA Interno que han constituido alrededor del 60% de los Ingresos Totales, los Derechos Aduaneros y el IVA Externo alrededor del 20%, y el remanente de unos 10% compuesto por el Impuesto a la Gasolina y otros impuestos.

Por el lado de los Gastos, el destino más importante de los fondos en el período 2000-2010 ha sido las Transferencias que han constituido el 55% o más de los Gastos Totales, los Intereses sobre la Deuda con alrededor del 15%, los Servicios Personales con alrededor del 12%, las Inversiones con alrededor del 12%, y los Gastos Generales con alrededor del 5%.

La proporción del déficit en relación con los Ingresos ha disminuido desde el 44,6% en el año 2000 hasta el 25,7% en el año 2010. El déficit financiero del Gobierno Nacional Central fue del 10,9% de los Ingresos Totales en el año 2008.

## f. Gastos de Hogares

Existen datos sobre los Gastos de Hogares por año, para el total del país en general englobando a todos los hogares. Se tomaron los datos correspondientes al período 2000-2010, con el fin de analizar la composición y tendencia de los gastos de hogares.

Cuadro 2-8: Gasto de Hogares

Gasto de Hogares												
(%)												
Gasto	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2000 - 2010
Alimentos y bebidas	19,60	19,63	19,99	19,53	19,10	18,82	18,42	18,38	19,31	19,36	18,85	8,64
Bebidas alcohólicas	3,72	3,76	3,73	3,65	3,60	3,48	3,38	3,49	3,25	3,44	3,33	7,86
Vestidos	7,50	7,42	7,05	6,84	6,93	6,93	6,84	6,74	6,29	5,96	6,01	6,67
Vivienda, agua, electricidad, gas	17,95	17,64	17,51	17,53	17,35	17,17	16,77	16,22	15,91	16,40	16,47	8,14
Muebles y artículos del hogar	5,12	5,04	4,92	4,91	4,81	4,62	4,65	4,49	4,29	4,20	4,21	6,96
Salud	3,38	3,40	3,40	3,49	3,39	3,36	3,41	3,33	3,35	3,23	3,20	8,50
Transporte	8,13	8,55	8,77	9,20	9,70	10,26	10,59	11,27	11,15	11,12	11,77	13,18
Comunicaciones	3,32	3,61	3,72	3,95	3,99	4,12	4,63	4,81	4,79	4,44	4,39	12,16
Recreación y cultura	4,79	4,66	4,77	4,82	4,79	5,00	5,03	4,81	4,84	4,75	4,83	9,16
Educación	5,64	5,67	5,57	5,30	5,09	4,96	4,79	4,70	4,61	4,75	4,68	7,05
Restaurantes y hoteles	10,28	10,07	10,11	10,31	10,69	10,85	11,03	11,29	11,61	11,66	11,75	10,54
Bienes y servicios diversos	10,57	10,54	10,45	10,46	10,56	10,44	10,45	10,48	10,61	10,70	10,52	9,02
Consumo Final	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	9,07

Fuente: DANE

El rubro más importante en el Gasto de Hogares lo constituyeron los “Alimentos y Bebidas No Alcohólicas” con alrededor del 20% del total de gastos en el período 2000-2010. Siguió en importancia los “Gastos de Vivienda, Electricidad, Gas y Agua” con alrededor del 16%-18% de los gastos totales, los “Gastos en Restaurantes y Hoteles” con alrededor del 12%, los “Gastos de Transporte” con alrededor del 12%, y los “Gastos en Vestidos” con alrededor del 6%-8% en los últimos años. Los otros rubros de gastos que constituyeron menos del 5% de los gastos totales fueron Bebidas Alcohólicas, Muebles y Artículos del Hogar, Salud, Comunicaciones, Recreación, y Educación. Los “Bienes y Servicios Diversos” constituyeron alrededor del 11% del total de gastos en el período 2000-2010.

Por otra parte, al considerar la evolución de los Gastos de Hogares durante el período 2000-2010, los crecimientos más acelerados en términos de tasa anual acumulativa se observaron en los Gastos de Transporte con el 13,2%, seguido por los Gastos de

Comunicaciones con el 12,2%, los Gastos en Restaurantes y Hoteles con el 10,5%, los Gastos en Recreación y Cultura con el 9,2%, los Gastos en Alimentos y Bebidas No Alcohólicas con el 8,6% , los Gastos en la Salud con el 8,5%, y los Gastos en Vivienda, Electricidad y Agua con el 8,1%. Los otros rubros de gastos también tuvieron crecimientos mayores al 5% anual acumulativo, las Bebidas Alcohólicas con el 7,9%, la Educación con el 7,1%, los Muebles y Artículos del Hogar con el 7,0%, y los Vestidos con el 6,7%. Los gastos en Bienes y Servicios Diversos crecieron a una tasa anual acumulativa del 9,1% durante el período 2000-2010.

Los datos obtenidos permitieron realizar un análisis general de la composición y tendencia de los Gastos de Hogares. Sin embargo, de mayor utilidad hubiese sido realizar un análisis de los Gastos de Hogares por estratos socioeconómicos en el Área de Estudio (Bogotá, D.C.), con los detalles sobre los montos monetarios destinados a cada rubro de gastos por los diferentes estratos socioeconómicos. Desafortunadamente, no pudieron ser obtenidos los datos detallados pertinentes.

### 2.1.1.4 Indicadores Sociales de Colombia

#### a. Pobreza, Expectativa de Vida y Alfabetismo

Los datos del Banco Mundial indican que la pobreza expresada en términos de porcentaje de la población en estado de pobreza se redujo continuamente, estimándose que del 47,2% en 2004, se redujo al 45,0% en 2005, al 42,0% en 2008, al 40,2% en 2009 y al 37,2% en 2010, una reducción del 10% en los 6 años entre 2004 y 2010. La expectativa de vida se ha mantenido en los 73 años desde el año 2005 hasta el año 2009. Igualmente, la tasa de alfabetismo se ha mantenido en el 93% desde el año 2005 hasta el año 2009 en la población etaria de 15 años y más.

#### b. Acceso a Agua

Asimismo, los datos del Banco Mundial indican que el porcentaje de la población rural con acceso a alguna fuente mejorada de agua se estimó en 73% en el año 2008. El acceso a una fuente mejorada de agua se define como la disponibilidad de un mínimo de 20 litros de agua por persona por día dentro de una distancia de un kilómetro desde la vivienda, considerándose como fuentes mejoradas la conexión domiciliaria, los grifos públicos, pozos profundos encamisados, pozos someros y fuentes protegidos, y agua de lluvia acumulada.

#### c. Educación Primaria

Continuando con los datos del Banco Mundial, la matriculación bruta en la educación primaria ha sido del 120% en el año 2007, 2008 y 2009, pero se redujo al 115% en el año 2010. La matriculación bruta se define como la relación entre el número total de estudiantes



matriculados en la educación primaria, sin consideración de edad, y la población en el grupo etario que corresponde oficialmente a la educación primaria.

**d. Mortalidad Infantil**

Asimismo, el Banco Mundial define la tasa de mortalidad hasta los 5 años de edad como la probabilidad por 1.000 de que un neonato viva hasta la edad de 5 años. Los datos del Banco Mundial indican que esta tasa de mortalidad hasta los 5 años fue de 21 por 1.000 en los años 2007 y 2008, 20 en el año 2009 y 19 en el año 2010.

**2.1.2 Bogotá, D.C.**

**2.1.2.1 Economía de Bogotá, D.C.**

**a. Economía General**

Bogotá, Distrito Capital, la ciudad capital de Colombia, ha contribuido en alrededor del 26% del Producto Interno Bruto de Colombia durante el período 2000-2010. Los montos monetarios oscilaron entre 54.413 miles de millones de pesos en el año 2000 a 126.212 miles de millones de pesos en el año 2010, equivalentes al 26,3% y 25,5%, respectivamente, del PIB de Colombia. Los detalles se presentan en el siguiente cuadro.

## 2 Perfil del Área de Estudio

Cuadro 2-9: Producto Regional Bruto (PRB) de Bogotá, Distrito Capital

Producto Regional Bruto (PRB) por Ramas de Actividad Económica: Bogotá D.C.												
(% Precios Corrientes)												
Actividad Económica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2000-2010
Agricultura, caza, ganadería, pesca, y silvicultura	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Minas y canteras	0,16	0,17	0,20	0,20	0,24	0,21	0,17	0,17	0,18	0,19	0,16	9,77
Industrias manufactureras	13,38	13,57	13,50	13,32	12,89	12,78	13,03	12,73	11,75	11,19	10,77	7,34
Electricidad, gas y agua	1,93	2,27	2,29	2,55	2,57	2,59	2,51	2,49	2,51	2,25	2,25	11,37
Construcción	4,61	4,36	4,55	5,11	5,92	5,75	5,70	5,48	6,73	7,00	6,29	13,14
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	12,02	12,23	12,73	12,81	13,46	13,68	13,76	13,98	13,72	13,34	13,84	11,26
Transporte, almacenamiento, y comunicaciones	6,79	7,19	7,21	7,15	7,21	7,34	7,15	7,21	6,98	6,91	6,95	9,96
Servicios Financieros, seguros, inmobiliarias,	32,71	31,82	31,18	30,71	30,34	30,40	30,31	30,62	31,61	32,45	32,31	9,56
Servicios social, comunal y personal	20,32	20,04	19,70	19,24	18,73	18,33	17,82	17,82	17,42	18,11	18,64	8,76
Subtotal	91,92	91,64	91,34	91,08	91,35	91,07	90,45	90,50	90,90	91,44	91,21	9,61
Impuestos Bogotá	7,39	8,36	8,66	8,92	8,65	8,93	9,55	9,50	9,10	8,56	8,79	10,63
Producto Regional Bruto (PRB) Bogotá	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	9,70
PRB Bogotá / PIB Colombia (%)	26,30	26,54	26,79	26,53	26,32	26,13	26,10	26,00	25,53	26,00	25,45	
Impuestos Bogotá / Impuestos Colombia(%)		29,44	28,79	29,24	27,11	26,98	27,55	26,89	26,51	27,11	26,21	

Fuente: DANE

Los sectores económicos tradicionales constituyeron alrededor del 90% del PRB de Bogotá, D.C. en el período 2000-2010, mientras que los Impuestos constituyeron alrededor del 10%. La estructura de la economía en Bogotá, D.C. indica que no existe la actividad Agricultura, Ganadería, Caza, Silvicultura y Pesca, mientras que Minas y Canteras tienen una importancia mínima del 0,2% del PRB. Por el contrario, las Construcciones, las Industrias Manufactureras, junto con la Electricidad, Gas y Agua constituyeron alrededor del 19% del PRB. Por último, el sector económico que incluye al Comercio, Restaurantes y Hoteles, Transporte, Comunicaciones, Servicios Financieros, Seguros, Inmobiliarios, y Servicios Sociales, Comunales y Personales constituyeron alrededor del 72%.

Por otra parte, al considerar la evolución de las actividades económicas en Bogotá, D.C. durante el período 2000-2010, los crecimientos más acelerados en términos de tasa anual acumulativa se observaron en la Construcción con el 13,1%, seguido por Electricidad, Gas y

Agua con el 11,4%, Comercio, Restaurantes y Hoteles con el 11,3%, Transporte, Comunicaciones y Almacenamiento con el 10,0%, Minas y Canteras con el 9,8%, Servicios Financieros e Inmobiliarios y Seguros con el 9,6%, Servicios Sociales, Comunales y Personales con el 8,8%, y las Industrias Manufactureras con el 7,3%. Los Impuestos en Bogotá, D.C. constituyeron entre el 26% y el 30% de los Impuestos en Colombia, y tuvieron un crecimiento anual acumulativo del 10,6%. Todos estos crecimientos sectoriales resultaron en un crecimiento anual acumulativo del 9,7% en la economía de Bogotá, D.C. en el período 2000-2010.

**b. Gasto de Hogares de Bogotá, D.C.**

Entre la lista de publicaciones de DANE se encuentra la Encuesta Multipropósito para Bogotá, D.C. (EMB) 2011, la cual se compone de Capítulos “a” a “p”. Los datos pertinentes fueron descargados pero no pudieron ser abiertos sin un software especial SPSS (Programa Estadístico para Ciencias Sociales), como fue la explicación de los profesionales de DANE en respuesta a la pregunta respectiva. Se hizo un pedido para convertir los cuadros SPSS a cuadros Excel, lo cual fue cumplido muy amablemente por los profesionales de DANE. Sin embargo, los cuadros consistían de base de datos o “microdatos anonimizados”, y no eran cuadros utilizables por cualquier interesado. Durante la siguiente etapa de trabajo en Bogotá se hará el pedido a los profesionales de DANE para que los cuadros puedan ser utilizables.

**2.1.2.2 Características Sociales Relevantes de Bogotá, D.C.**

El cuadro siguiente presenta la población quinquenal de Bogotá entre 1985 y 2005. La población total de Bogotá en 2005 fue de 6.840.116 personas, compuestas por 3.554.408 mujeres y 3.285.708 hombres. Aunque las mujeres constituyen más de la mitad de la población total, el índice de masculinidad indica una ligera tendencia hacia la igualdad, variando de 0,89 en 1985 a 0,92 en 2005. Asimismo, la edad mediana ha ido en aumento, desde casi 22 años en 1985 a 27,5 años en 2005. El crecimiento poblacional ha sido de 2,44% anual acumulativo, el doble de la tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional. Los hombres crecen a una tasa anual acumulativa del 2,51%, la cual es ligeramente superior a la tasa de crecimiento de las mujeres (2,37%). La tasa de crecimiento de la población de Bogotá ha tenido una tendencia decreciente en cada quinquenio.

Cuadro 2-10: Bogotá: Indicadores Demográficos 1985-2005

Bogotá: Indicadores Demográficos 1985 – 2005					
Año	Población			Masculinidad	Edad Mediana
	Total	Hombres	Mujeres	(por 100 mujeres)	(años)
1985	4.225.649	1.999.538	2.226.111	89,82%	21,91
1990	4.947.890	2.351.993	2.595.897	90,60%	23,18
1995	5.699.655	2.717.697	2.981.958	91,14%	24,23
2000	6.302.881	3.016.761	3.286.120	91,80%	25,62
2005	6.840.116	3.285.708	3.554.408	92,44%	27,55
1985-2005	2,44%	2,51%	2,37%	-	-

Fuente: DANE

La esperanza de vida ha seguido una tendencia creciente constante, y para el quinquenio 2000-2005 fue de 78,3 años para las mujeres y 72,6 años para los hombres, con un promedio de 75,4 años. Por el contrario, la mortalidad infantil ha tenido una tendencia decreciente constante, y para el quinquenio 2000-2005 fue de 20,5 por mil nacidos vivos.

### 2.1.3 Comparación entre Colombia y Bogotá

#### 2.1.3.1 Situación Económica: Colombia y Bogotá

La comparación se refiere a la importancia relativa de la producción económica de Bogotá, D.C. con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia, como se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-11: Producción de Bogotá en relación al PIB de Colombia

Colombia – Bogotá		
Año	Colombia PIB	Bogotá PRB
	(% de Colombia PIB)	(% de Colombia PIB)
2000	100,0	26,3
2001	100,0	26,5
2002	100,0	26,8
2003	100,0	26,5
2004	100,0	26,3
2005	100,0	26,1
2006	100,0	26,1
2007	100,0	26,0
2008	100,0	25,5
2009	100,0	26,0
2010	100,0	25,4

Fuente: DANE

El cuadro precedente indica que la producción de Bogotá, D.C. constituye aproximadamente una cuarta parte del PIB de Colombia.

Por otra parte, la estructura sectorial de la economía difiere al considerar a Colombia en su totalidad, o a Bogotá, D.C., como se indica en el cuadro siguiente.

Cuadro 2-12: Comparación entre las Estructuras Sectoriales

Colombia – Bogotá		
Sector Económico	Colombia	Bogotá
	(%)	(%)
Primario	14,0	0,0
Secundario	23,0	19,0
Terciario	54,0	72,0
Impuestos	9,0	9,0
Total	100,0	100,0

Fuentes: DANE, Banco Mundial

Se observa que en Bogotá el Sector Terciario constituye alrededor de las tres cuartas partes del PIB, lo cual es de esperar considerando el nivel de desarrollo de la ciudad. El Sector Primario prácticamente no existe, y el Sector Secundario es menor que en la estructura sectorial a nivel nacional.

### 2.1.3.2 Situación Social: Colombia y Bogotá

Esta Sección se basa en los datos disponibles en la Encuesta Multipropósito para Bogotá Distrito Capital - EMB – 2011 en referencia a los servicios a los que tienen acceso los hogares de Bogotá.

Como puede verse en el siguiente cuadro, los hogares en Bogotá en 2011 contaban con servicios públicos como acueducto, electricidad, alcantarillado, y recolección de basuras en proporciones muy altas que superaban el 99%. Además, la proporción de los hogares que contaban con cuartos de baños y servicios sanitarios también superaron el 99%. Sin embargo, los hogares que contaban con el uso exclusivo del servicio sanitario llegaban al 93%, mientras que los hogares con servicios sanitarios compartidos llegaban al 7%. Comparado con las muy altas proporciones de los hogares que contaban con los servicios públicos ya mencionados, los hogares con abastecimiento del gas natural llegaban al 88%, y los hogares con teléfonos de línea fija llegaban al 70%. Ligeramente por encima del 1% de los hogares con servicios de electricidad y gas natural no pagaban por estos servicios.

## 2 Perfil del Área de Estudio

Servicios Disponibles a los Hogares en la Ciudad de Bogotá					
Servicio	Hogares	Hogares con Servicio		Hogares sin Servicio	
	Totales	Cantidad	%	Cantidad	%
Recolección de basuras	2,185,874	2,183,985	0.9991	1,889	0.0009
Teléfono fijo	2,185,874	1,537,124	0.7032	648,749	0.2968
Una línea		1,437,061	0.6574		
Dos líneas		96,641	0.0442		
Tres líneas y más		3,423	0.0016		
Gas natural	2,185,874	1,915,083	0.8761	270,791	0.1239
Pagan directamente		1,801,500	0.8242		
Pagan con el arriendo		86,682	0.0397		
No pagan		26,901	0.0123		
Energía eléctrica	2,185,874	2,169,598	0.9926	16,276	0.0074
Pagan directamente		2,012,019	0.9205		
Pagan con el arriendo		133,322	0.0610		
No pagan		24,258	0.0111		
Cuarto para bañarse	2,185,874	2,171,283	0.9933	14,591	0.0067
Con ducha		2,149,032	0.9831		
Sin ducha		22,251	0.0102		
Servicio sanitario	2,185,874	2,183,254	0.9988	2,619	0.0012
Conectado a alcantarillado		2,178,018	0.9964		
Conectado a pozo séptico		5,236	0.0024		
Dentro de la vivienda		2,155,069	0.9859		
Fuera de la vivienda		28,186	0.0129		
Exclusivo del hogar		2,025,299	0.9265		
Compartido		157,956	0.0723		
Alcantarillado	2,185,874	2,182,517	0.9985	3,357	0.0015
Acueducto	2,185,874	2,182,051	0.9983	3,823	0.0017
Público		2,171,130	0.9933		
Comunal		8,310	0.0038		
Pila pública, aguatero		1,251	0.0006		
Agua embotellada o en bolsa		2,572	0.0012		
Carrotanque, pozo, lluvia, río		2,610	0.0012		
Dentro de la vivienda		2,106,381	0.9636		
Fuente: Encuesta Multipropósito para Bogotá EMB 2011, DANE					

## **2.2 Condición natural**

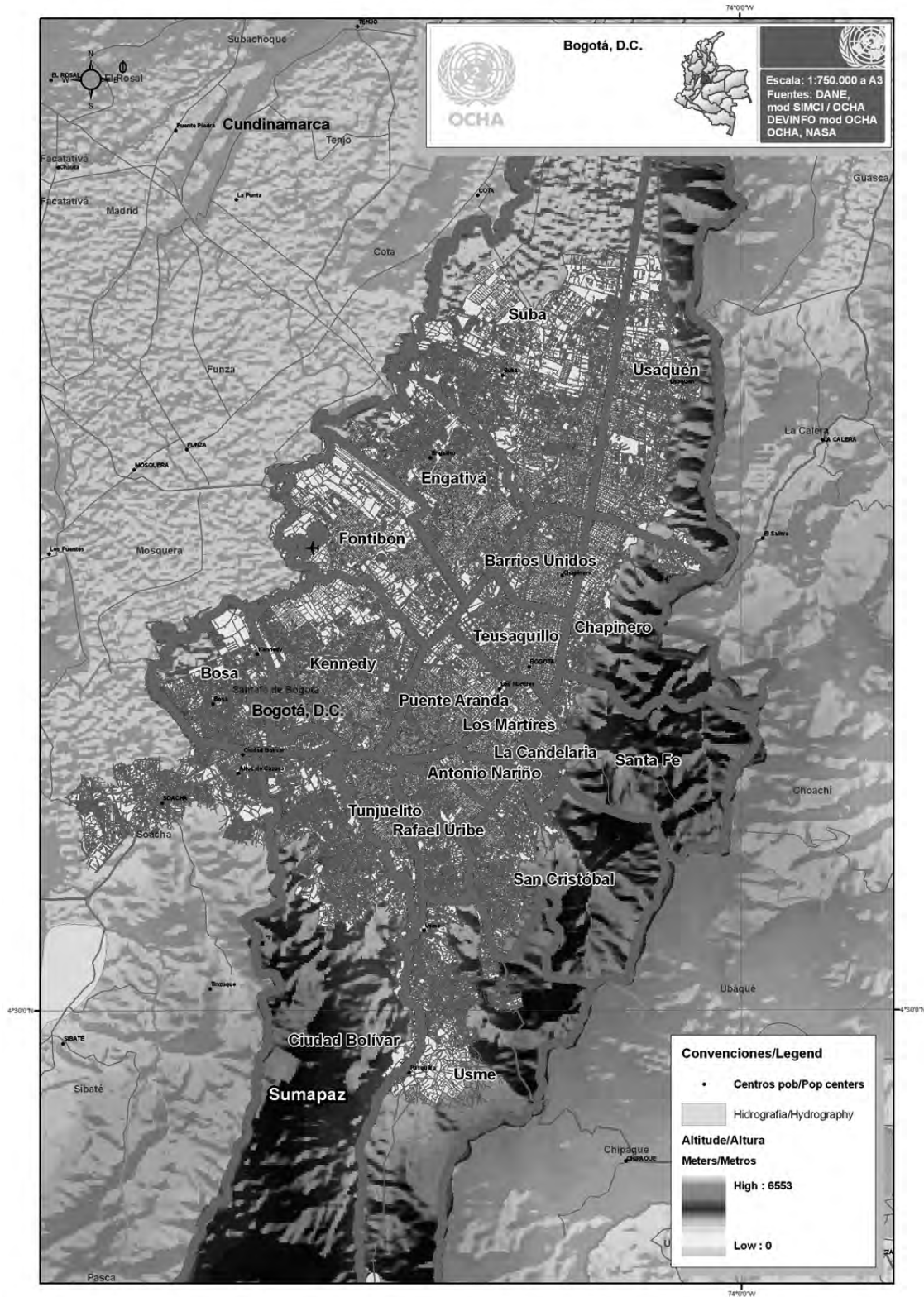
### **2.2.1 Geografía**

Bogotá se encuentra localizada al oriente de la Sabana de Bogotá, a una altura de 2.640 metros sobre el nivel del mar. Pese a tal ubicación, su sitio geográfico es en realidad una alta planicie en la Cordillera de los Andes. Esta extensa región de los páramos andinos se conoce también como el "Altiplano Cundiboyacense”.

El Río Bogotá atraviesa la Sabana y termina en el sur, creando el Salto de Tequendama. En los valles formados por afluentes se extienden pueblos florecientes cuya economía depende básicamente de la agricultura, la ganadería y la producción artesanal.

La sabana limita por el este con la Cordillera Oriental de los Andes. De sur a norte, frenando el crecimiento urbano, se esparcen colinas circundantes paralelamente a los cerros de Guadalupe y Monserrate. El límite occidental de la ciudad es el Río Bogotá. Linda al sur con el Páramo de Sumapaz y hacia el norte se extiende a lo todo largo de la planicie hasta los municipios de Chía y Sopó.

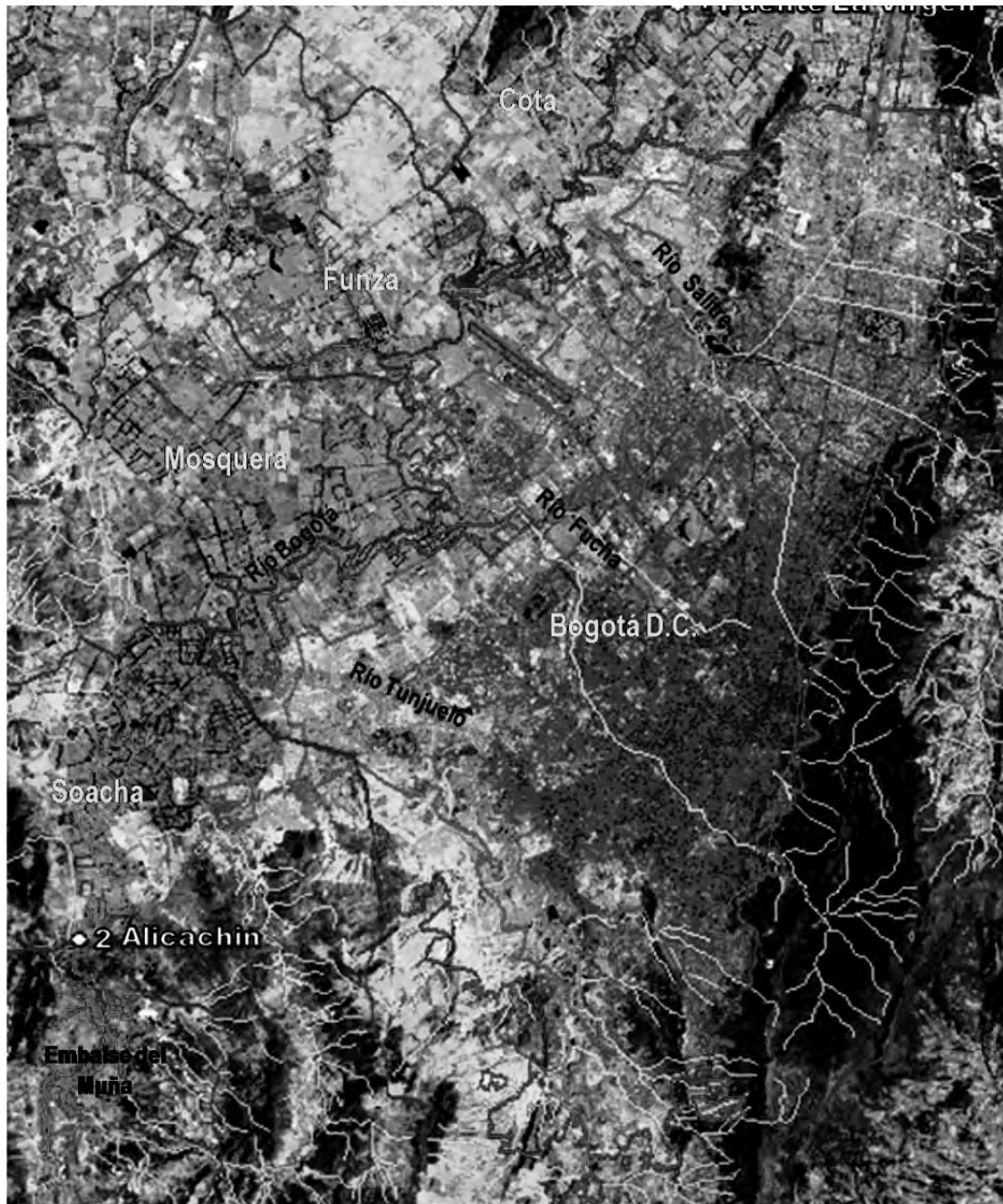
## 2 Perfil del Área de Estudio



Fuente: Oficina de las Naciones Unidas para la Coordinación de Asuntos Humanitarios (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA))

Figura 2-1: Mapa geográfico de Bogotá





Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR)

Figura2-2: Mapa geográfico de Bogotá

### 2.2.2 Clima

Bogotá tiene lo que se conoce como clima subtropical serrano. La temperatura promedio es de 14.5 grados centígrados; en días claros y soleados puede llegar a variar desde 4 a 19°C y hasta entre 10 a 18°C cuando llueve. En el transcurso del año se alternan las temporadas conocidas como “invierno (lluviosa) y verano (seca)”. Los meses más secos son diciembre, enero, julio y

agosto. El más cálido es marzo, llegando en ocasiones a una temperatura máxima de 19.7 °C. Las noches más frías tienen lugar en enero, con un promedio de 7.6 °C en la ciudad. La niebla es muy habitual en la madrugada durante 220 días al año y no abundan los días soleados.

Los meses más lluviosos son abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, durante los cuales prevalece típicamente el cielo nublado con nubes bajas y vientos; las máximas temperaturas pueden llegar a subir hasta 18°C and bajar hasta 7°C. Los días son relativamente templados o frescos y las noches frías debido a los vientos que recorren la ciudad en las horas nocturnas durante todo el año, aunque una frecuente neblina producto del descenso del aire frío de montaña hasta el encerrado valle de la ciudad hace que los totales de radiación solar sean muy inferiores de lo que podría esperarse de una localización relativamente seca a una latitud tan baja.

Mientras las temperaturas son relativamente consistentes durante todo el año, por el contrario el estado del tiempo puede llegar a cambiar drásticamente en el curso de un solo día. Las condiciones climáticas, por lo demás irregulares y variables a causa de los fenómenos meteorológicos de El Niño y La Niña que tienen lugar dentro y alrededor de la cuenca del Pacífico, provocan muy agudas variaciones. Todo ello contribuye a hacer que el clima de la ciudad sea impredecible; una clara y soleada mañana puede desembocar en una fuerte tormenta en horas de la tarde. Igualmente, las cantidades de precipitación muestran patrones de lluvia muy irregulares en el transcurso del año.

Cuadro 2-13: Datos climáticos del Observatorio Meteorológico Nacional, Bogotá D.C. (1971–2000)

Month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Average high (°C)	20.2	20.3	20.4	20.1	20	19.2	18.6	18.8	19.2	19.5	19.6	19.9	19.6
Daily mean (°C)	14.3	14.5	14.9	14.9	15	14.5	14.6	14.1	14.3	14.3	14.4	14.6	14.53
Average low (°C)	7.6	8.4	9.5	9.7	9.7	9.5	9.2	8.9	8.7	9	9.2	8	8.95
Precipitation (mm)	50	68	91	135	120	54	35	45	70	137	127	81	1,013

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM)

## 2.2.3 El suministro de agua

### 2.2.3.1 Aguas superficiales

El suministro de agua en el área metropolitana de Bogotá entraña un sistema de zonas hidrográficas que recogen, almacenan y entregan agua a la Cuenca del Río Bogotá, entre ellas los sistemas de Tibitó con una capacidad total de almacenamiento de 887 Mn3, Chingaza con 325 Mn3 y Tunjuelo con 10.4 Mn3. Chingaza, la fuente principal de agua potable de Bogotá, recibe la suya de otra cuenca perteneciente a los habitantes de los llanos orientales de Colombia. Las aguas allí captadas son transferidas a Chingaza y luego llegan finalmente al Río Bogotá como residuales después de haber pasado a través del acueducto de Bogotá. Dentro de

esas otras cuencas existen aproximadamente nueve embalses de almacenamiento que suministran agua mediante túnel, acueducto o afluente al acueducto principal de Bogotá. Entre los principales depósitos de almacenamiento están Chuza, Sisga, Tominé y El Neusa.

El Río Bogotá nace a una altura de 3.300 metros y fluye a través de 370 kilómetros antes de desembocar en el Río Magdalena, a 280 metros de elevación. La cuenca cubre 6.000 km<sup>2</sup> y se divide en tres partes: i) la cuenca superior al norte de Bogotá; ii) la cuenca central en el área metropolitana y iii) la cuenca inferior debajo de la ciudad. Mientras el Río Bogotá pasa a través de la cuenca central y el área metropolitana de la capital, tres sub-cuencas (Salitre, Fucha y Tunjuelo) descargan sus afluentes en él antes de entrar en la cuenca inferior. El caudal medio antes de introducirse en la ciudad es de 10 m<sup>3</sup>/s, y las sub-cuencas circundantes descargan una cantidad adicional de 22 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales.

### 2.2.3.2 Aguas subterráneas

Aunque la mayor parte del suministro de agua para Bogotá proviene de los ríos, existen en realidad aguas subterráneas que bien podrían convertirse en parte considerable del portafolio hídrico. Actualmente se emplean principalmente en la irrigación de flores. El acuífero de Guadalupe contiene aproximadamente 26.000 m<sup>3</sup> que equivalen a más o menos 30 veces la cantidad de agua almacenada en todos los embalses de la ciudad. Sus niveles descendieron al haberse perforado pozos en el pasado, provocando el colapso de urbanizaciones nuevas, de carreteras e, incluso, de los mismos pozos.

### 2.2.3.3 Utilización del agua

La población de Bogotá consume 100-200 L/ diarios por cápita, lo que generalmente es aceptado como cantidad adecuada para beber, bañarse y cocinar y para saneamiento. La Empresa de Agua y Alcantarillado de Bogotá, EAAB calcula un uso per cápita de aproximadamente 130 L/día. El promedio en Latinoamérica fue estimado en alrededor de 240 L/día per cápita en 2005. El consumo total fue de más o menos 17 m<sup>3</sup>/s, de los cuales el 85% (o 14.5 m<sup>3</sup>/s) fue devuelto corriente abajo del Río Bogotá. Los demás municipios de la cuenca emplearon alrededor 1 m<sup>3</sup>/s, un total de 18 m<sup>3</sup>/s para toda ella. Dicha cantidad aumentó hasta 23–25 m<sup>3</sup>/s por año hacia el 2000 y se esperaba que alcanzara los 27–32 m<sup>3</sup>/s antes del 2010. Actualmente hay todavía aproximadamente 700.000 personas en el área metropolitana y 75.000 en otros municipios vecinos desprovistos de servicios de suministro de agua..

### 2.2.4 Irrigación

Debido a los niveles de precipitación relativamente altos, se necesita poca agua para irrigación en las granjas de la región de la Sabana de Bogotá en donde se emplean alrededor de 6–7 m<sup>3</sup>/s in total. El riego de flores en numerosos invernaderos y viveros es una de las actividades agrícolas y económicas más importantes y que han hecho de Colombia uno de los

más grandes exportadores de flores del mundo. Este negocio de exportaciones de alto valor ha dado lugar a un uso sostenible del agua.

### 2.2.5 Calidad del agua superficial

El área metropolitana de Bogotá, con una población de más de 8 millones de personas, descarga todas sus aguas residuales en el Río Bogotá pero únicamente el 20 por ciento recibe tratamiento primario. El caudal promedio de la temporada seca o “verano” que entra a Bogotá es de aproximadamente 10 m<sup>3</sup>/s, y la ciudad descarga 22 m<sup>3</sup>/s adicionales de aguas residuales, lo que produce altísimos niveles de contaminación en el agua. El embalse destinado a una instalación hidroeléctrica río abajo, la represa del Muña, también está seriamente contaminado.

Existe además la planta de tratamiento (WWTP) de El Salitre que, aunque se ha mantenido en funcionamiento durante diez años en Bogotá, no ha dejado ver ninguna mejoría en la calidad del agua puesto que el 80% de las aguas negras continúan fluyendo dentro del río sin ser tratadas. En diciembre de 2004, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) emitió un documento de planeación estratégica para el Río Bogotá que exigía una actualización y una expansión de dicha WWTP de El Salitre hasta una capacidad de 8 m<sup>3</sup>/s destinada a abordar una parte del restante 80% de aguas servidas no tratadas. El plan exige igualmente la construcción de una planta principal más grande con una capacidad de tratamiento de 14 m<sup>3</sup>/s, localizada corriente abajo del Río Bogotá. Bautizada como Canoas, tratará las aguas residuales provenientes de las cuencas de Fucha, Tunjuelo y Soacha.

Las expansiones proyectadas para mejorar la capacidad del tratamiento de aguas negras tienen por objeto encarar uno de los más graves problemas ambientales que enfrenta la ciudad de Bogotá, justamente la entrada de esas aguas sin tratar que van cayendo al Río Bogotá mientras éste recorre la cuenca central. En este sector, la capital descarga en él todas sus aguas residuales a través de tres afluentes principales: Salitre, Fucha y Tunjuelo. Y esto ocurre principalmente a causa de conexiones ilegales a alcantarillas y desagües, residuos sólidos provenientes de la creciente población urbana y de las industrias que se extienden a lo largo de dichos tributarios urbanos. Durante la temporada seca o “verano”, el caudal de las aguas servidas llega a unos 17 m<sup>3</sup>/s en tanto que la capacidad de la planta de tratamiento de El Salitre es de 4 m<sup>3</sup>/s solamente. En consecuencia, el Río Bogotá es uno de los más contaminados del mundo y comprende un trecho anaeróbico de más o menos 60 km con cero oxígeno disuelto y altos niveles de BOD<sub>5</sub> (demanda de oxígeno bioquímico a 5 días), sólidos suspendidos totales (“TSS”) y coliformes fecales. En la cuenca inferior de la ciudad se vierte más agua sin tratar dentro del Río de Bogotá, apenas unos pocos kilómetros río arriba del Salto de Tequendama antes de ser transferida al embalse del Muña para ser empleada en la generación eléctrica y, por lo tanto, el Salto muestra raramente un caudal significativo. La

Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) está financiando un proyecto que contempla la construcción de nuevos interceptores en los ríos Salitre y Fucha para transportar aguas residuales a una nueva planta WTP con una capacidad de 8 m<sup>3</sup>/s.

# Capítulo 3

---

---

*Nuevas Políticas y Plan Maestro  
para el Manejo Integral  
de Residuos Sólidos*

## 3 Nuevas Políticas y Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos

Nuevas políticas en el campo de manejo de residuos sólidos han sido establecidas por el nuevo gobierno de Bogotá D.C. Una de ellas es “Basura Cero,” además, otra importante es el “Plan de Inclusión de la Población Recicladora en la Gestión Pública de los Residuos”.

Por otra parte, Bogotá D.C. tiene un Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) desde el 2006. Es un decreto distrital, por lo tanto, es una procedencia de las actividades de la UAESP y otras instituciones relacionadas. Sin embargo, algunas partes del PMIRS actual no coinciden con las nuevas políticas. Por lo tanto, se torna una necesidad ajustar el PMIRS.

Este capítulo presenta las nuevas políticas y el PMIRS.

### 3.1 Nuevas Políticas

#### 3.1.1 Basura Cero

Basura Cero es una política presentada en el Plan de Desarrollo, Art. 30. El Plan de Desarrollo es un compromiso que el gobierno distrital estará trabajando entre el 2012 y el 2015 por cuatro años. Basura Cero incluye los siguientes 6 temas:

1. Estrategia de producción sostenible
2. Cultura de reducción de basuras y separación en la fuente
3. Modelo de reciclaje para Bogotá
4. Aprovechamiento final y minimización de la disposición en el relleno sanitario
5. Escombros cero
6. Gestión integral de residuos especiales y peligrosos.

Al implementar los temas antes mencionados, se esperan alcanzar las siguientes metas.

- Formar y sensibilizar 100% de los usuarios del servicio de aseo para lograr la separación en la fuente y la disposición diferenciada de residuos sólidos.
- Ampliar al 100% de la ciudad la cobertura de las rutas de reciclaje.
- Poner en operación 6 parques de reciclaje y 60 bodegas especializadas de reciclaje.
- Estructurar el Sistema Distrital de Recicladores y Recuperadores.

- Establecer un programa de promoción y desarrollo de mercados de productos reciclados.
- Constituir y operar 60 empresas de reciclaje.
- Aprovechar el 20% del volumen de residuos sólidos recibidos en el relleno sanitario.
- Gestionar el 100% de los escombros generados en la ciudad con técnicas modernas de aprovechamiento, tratamiento y disposición final.
- Gestionar la creación de 6 escombreras.
- Mejorar la planificación para el aprovechamiento, tratamiento y disposición de los escombros en Bogotá.
- Definir la localización de zonas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento, y disposición de los residuos producidos en Bogotá.
- Desarrollar un modelo eficiente y sostenible de gestión de los escombros en la ciudad.
- Desarrollar una estrategia de gestión, recuperación, aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos fundamentada en la responsabilidad de los diferentes actores de la cadena del ciclo de vida del producto.
- Realizar el control, aprovechamiento y tratamiento al 100% de las toneladas de residuos peligrosos generados en el Distrito Capital.

#### 3.1.2 Plan de Inclusión

##### a. Antecedentes

El Plan de Inclusión de la Población Recicladora en la Gestión Pública de los Residuos (Plan de Inclusión) es un plan que se presentó a la Corte Constitucional para dar cumplimiento al Auto 275 del 19 de diciembre 2011; más aún, la Corte emitió el Auto 84 del 19 de abril de 2012 que falló que el Plan de Inclusión debe implementarse rápidamente.

Este tema de inclusión de la población recicladora en Bogotá lleva más de 10 años. En el siguiente párrafo del Decreto 312 de 2006 describe algunos antecedentes;

*Que la Sentencia T 724 de 2003 de la Corte Constitucional previno, en los términos del artículo 24 del Decreto 2591 de 1991, a la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos del Distrito Capital de Bogotá o a la entidad del Distrito que haga sus veces, para que en futuras ocasiones incluya acciones afirmativas a favor de los recicladores de Bogotá, cuando se trate de la contratación de servicios públicos de aseo, debido a que la actividad que ellos desarrollan está ligada con dicho servicio, a fin de lograr condiciones reales de igualdad y de dar cumplimiento a los deberes sociales del Estado,*



*y que por ningún motivo vuelva a reincidir en las omisiones en que incurrió en la Licitación No. 01 de 2002, respecto a los recicladores de Bogotá, y decidió: "CONCEDER el amparo de los derechos fundamentales al debido proceso, a la igualdad y al trabajo de los actores" (cita de Decreto 312 de 2006)*

**b. Resultados Esperados**

Se esperan los siguientes resultados a través de la implementación del Plan:

- Cobertura del 100% de la ciudad a través de las rutas de recolección selectiva
- Recuperación de 2.200 toneladas diarias de residuos reciclables, que dejarían de llegar al relleno sanitario
- Inclusión potencial de 8.916 recicladores en rutas de recolección selectiva, centros de acopio y parques de reciclaje, sin contar con la ampliación de los procesos de pre-transformación.
- Mejoramiento de los ingresos de todos los recicladores asociados e independientes, gracias a la remuneración vía tarifa de los transporte y recolección.

(Fuente; página 25 del Plan)

## **3.2 Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos**

El Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS), es un decreto distrital vigente (Decreto 312 de 2006) y complementado por el Decreto Distrital 620 de 2007.

### **3.2.1 Estructura**

El PMIRS está estructurado como se muestra en la siguiente figura.

Los "Objetivos Estructurales" reflejan la dirección hacia dónde Bogotá D.C. quiere dirigirse en el campo del manejo de residuos sólidos. Además, una serie de "Principios" se puede considerar como la filosofía que se respeta cuando se implementa el PMIRS.

El Plan se compone de tres "Ejes; Territorial-Ambiental, Social Productivo y Económico Financiero." Cada eje tiene sus propios "Objetivos, Políticas, Estrategias y Programas/Proyectos.

Para monitorear y evaluar el progreso del PMIRS, se han reparado "Instrumentos de Evaluación, Control y Seguimiento del Plan Maestro" que consisten en "Metas" e indicadores.

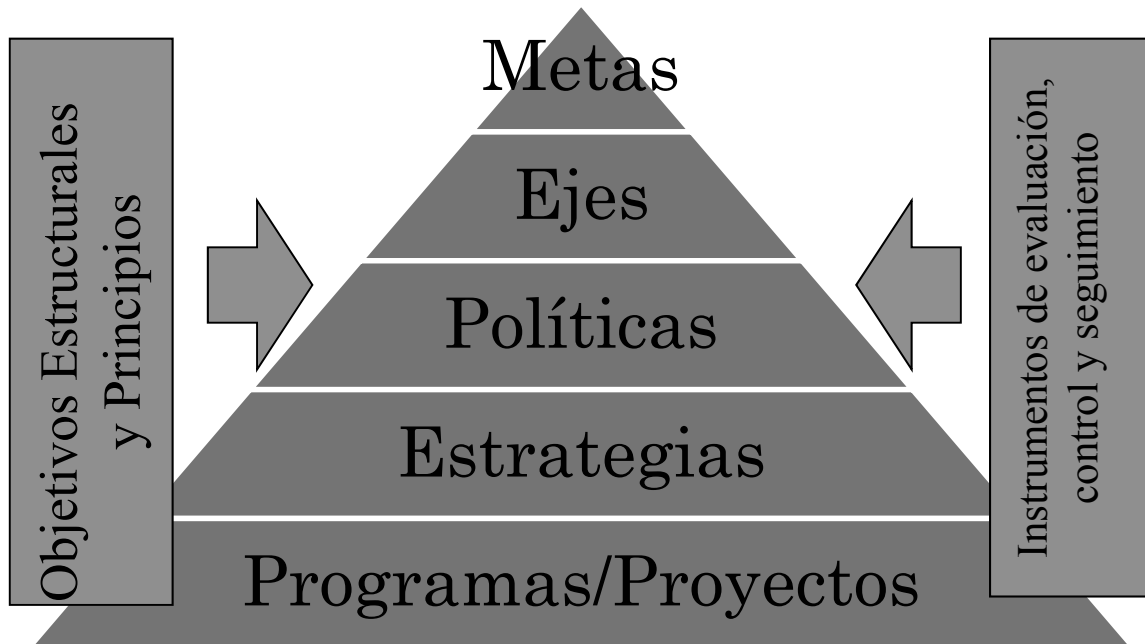


Figura 3-1: Estructura del PMIRS

### 3.2.2 Objetivos Estructurales

Según el Artículo 4 del Decreto, el Plan se orienta a lograr los siguientes objetivos estructurales:

- *Incorporar en los ciudadanos del Distrito Capital y de los municipios de la Región con los cuales se concierte el plan, una cultura de la minimización y separación en la fuente de los residuos, de su aprovechamiento productivo con base en la comprensión de los impactos positivos de estas prácticas en el ambiente natural, en la salud y en el espacio público construido.*
- *Lograr las mayores economías de escala, los mejores índices de eficiencia, competitividad y productividad y el menor impacto ambiental y social en la prestación del Servicio Público de Aseo para reducir los costos por usuario.*
- *Articular regionalmente las infraestructuras de disposición final y tratamiento y las macro rutas de transporte de residuos para aprovechar las ventajas comparativas y competitivas de los distintos territorios municipales, y las respectivas capacidades de los agentes privados, públicos y comunitarios vinculados a la gestión y manejo de los residuos sólidos.*
- *Articular siempre los principios de eficiencia y suficiencia financiera en la gestión y manejo de los residuos sólidos a objetivos sociales de tal forma que se puedan adelantar acciones afirmativas a los usuarios de menores ingresos y a la población recicladora de*

*oficio en condiciones de pobreza y vulnerabilidad para su inclusión social y el reconocimiento al papel que desempeñan como actores del Sistema General de Residuos Sólidos.*

- *Prevenir y atender oportunamente los riesgos, desastres y emergencias que se presenten para garantizar la prestación permanente del Servicio Público de Aseo.*

### 3.2.3 Metas e Indicadores

Los siguientes son metas e indicadores extractados de “Título XI Instrumentos de Evaluación, Control y Seguimiento del Plan Maestro, del PMIRS.

#### a. A corto plazo:

1.1 Del Servicio Público Domiciliario de residuos ordinarios: La UAESP garantizará una cobertura del 100% en la recolección domiciliaria, y en la disposición final y tratamiento de estos residuos. Este indicador se medirá según lo establezca la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

1.2 Del Componente No domiciliario del Servicio Público de Aseo:

1.2.1 Barrido y Limpieza de vías: La UAESP garantizará una cobertura del 100% en todas las vías de la malla vial del Distrito Capital, utilizando medios mecánicos en la malla vial arterial. Este indicador se medirá según lo establezca la Comisión de regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

1.2.2 Barrido y Limpieza de Espacios Públicos: La UAESP garantizará una cobertura del 100% en la limpieza de los siguientes espacios:

- \*Zonas de cesión obligatoria gratuita no cerradas por particulares.
- \*Antejardines, no cerrados,
- \*Separadores viales,
- \*Glorietas,
- \*Orejas no construidas,
- \*Andenes,
- \*Plazas, plazoletas,
- \*Parques en sus distintas escalas,
- \*Franjas de control ambiental,
- \*Zonas de Manejo y Preservación Ambiental

Este indicador se medirá con base en los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de espacios públicos que reporte el Departamento Administrativo de Planeación Distrital (DAPD) a la UAESP.

1.2.3 Corte de césped: La UAESP garantizará una cobertura del 100% en el corte de césped en los espacios públicos con una frecuencia mínima de 10 veces al año. Este indicador se ajustará

según los costos tarifarios aceptados por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en este componente del Servicio Público de Aseo.

1.2.4 Poda de árboles: Atender el 100% de las solicitudes de la entidad pública o los usuarios del Servicio Público de Aseo, previa revisión y asesoría del Jardín Botánico Distrital. Los Prestadores del servicio atenderán las solicitudes encontradas viables por el Jardín Botánico en un plazo máximo de un mes, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos para tal efecto.

1.2.5 Disposición final y tratamiento: La UAESP garantizará una cobertura del 100% de la disposición final y tratamiento de los residuos dispuestos en el relleno sanitario donde participe el Distrito Capital.

1.2.6 Tratamiento de lixiviados: La UAESP garantizará una cobertura del 100% del tratamiento de lixiviados que se estimen en la licencia ambiental y el plan de manejo ambiental del relleno sanitario, que expida la autoridad ambiental competente.

1.3 De la Calidad del Servicio Público de Aseo: La Administración Distrital garantizará el cumplimiento de la calidad y los indicadores de calidad que son establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para la definición de los costos tarifarios y los que proponga la Administración Distrital a la entidad reguladora para lograr el Concepto de "Área Limpia", siempre que los costos de esta calidad sean cubiertos por la tarifa del Servicio Público de Aseo aprobada.

1.3.1 Número de frecuencias semanales de barrido y limpieza de vías y espacios públicos: Un mínimo de 2 veces por semana y superior a 2 veces por semana en áreas de gran afluencia de público según los análisis periódicos que realice la UAESP.

1.3.2 Número de frecuencias semanales de recolección domiciliaria para el servicio ordinario de aseo: 3 frecuencias semanales para los usuarios residenciales y de pequeños productores.

1.4 Recolección de residuos peligrosos: Prestación del servicio de aseo de residuos peligrosos a partir del 2007.

1.5 De disposición final de residuos: Ampliar la vida útil del relleno sanitario Doña Juana por 7 años más a partir de 2008.

1.6 De prevención y atención de emergencias: Contar con Planes de contingencia y atención de riesgos para el 100% del Servicio de aseo a partir de 2008.

1.7 De aprovechamiento: Aprovechamiento en 2 instalaciones de escombros, funcionando a partir de 2007.

1.8 De Aprovechamiento: Contratación para la Destrucción térmica y/o Aprovechamiento de Biogás en relleno sanitario Doña Juana a partir de 2008.

1.9 De aprovechamiento: 2 parques de reciclaje funcionando a partir de 2007.

1.10 De aprovechamiento: Operación de rutas selectiva de recolección de materiales susceptibles de reciclar que recojan el 100% de residuos separados en la fuente a partir del 2007.

**b. De mediano plazo:**

1.11 Recolección y tratamiento de residuos hospitalarios: La UAESP garantizará una cobertura del 100% de recolección de residuos hospitalarios, anatomopatológicos y similares generados por hospitales, clínicas, laboratorios y en general todo establecimiento de la zona urbana del Distrito Capital que genere este tipo de residuos entre el 2006 y el 2010.

1.12 Recolección de residuos peligrosos: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.

1.13 Recolección de escombros: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.

1.14 De información: Contratación de las concesiones para la prestación del servicio de aseo con costos e indicadores de eficiencia en el 2010.

1.15 De disposición final de residuos: Reducción hasta en el 20% de los residuos que ingresan en el relleno Doña Juana en un plazo de 10 años.

1.16 De tarifas: 100% de los usuarios con conocimiento de opciones tarifarias 2009.

1.17 De servicio: 12 Alcaldías Locales con sistema de información a usuarios del SPA a partir de 2011.

**c. De Largo plazo**

1.18 De reciclaje: Reciclar y aprovechar los residuos del Servicio Público de Aseo: 25% desde el 2006 y el 2016.

1.19 De centros poblados rurales: Implementación de un manejo integral de residuos sólidos en 10 Centros poblados rurales en el 2012.

1.20 De reciclaje: 10 centros de acopio de material de reciclaje en el 2012.

1.21 Del PMIRS: Comité de Seguimiento al PMIRS funcionando a partir de 2007.

1.22 De disposición final: Contar con un relleno regional a partir de 2016 o cuando la vida útil del relleno sanitario Doña Juana se llegue a su fin.

#### 3.2.4 Observación

El Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) es un plan exhaustivo y detallado; este plan dirige el manejo de residuos sólidos en Bogotá D.C. en una dirección adecuada. Por ejemplo, el Plan contempla la minimización y el aprovechamiento de residuos, el mejoramiento de la calidad de servicio de aseo, la consideración para la inclusión de la población recicladora en el manejo de residuos, etc. Además, incluye metas e indicadores claros como instrumentos de monitoreo y evaluación del mismo Plan.

Sin embargo, el Plan tiene una debilidad: la dificultad de implementarlo. La relación causa-efecto y/u orden de prioridad entre las políticas, las estrategias y los programas/proyectos no están claros. Lo anterior hace difícil preparar un cronograma y enfocar las tareas una tras otra. Además, hay muchos objetivos y metas; esto torna difícil reunir las actividades en la dirección que busca el PMIRS.

Es recomendable establecer una dirección clara y simple, clasificando objetivos y metas a distintos niveles, también, aclarar el orden de prioridad entre actividades para planear adecuadamente un cronograma de implementación.

# Capítulo 4

---

---

*Estudios en Campo y Revisión  
de Estudios Existentes*

## 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

### 4.1 Cantidad y Composición de Residuos

La Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos (UAESP) realizó un estudio para identificar la cantidad y la composición de los residuos que se generan en Bogotá, D.C. y se elaboró el informe “CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C., DICIEMBRE 2011”. El Equipo de la Misión de JICA revisó este informe.

#### 4.1.1 Resumen

En el siguiente cuadro, se muestra el resumen de la metodología del estudio y en el segundo cuadro se muestran las categorías de muestreo para clasificación de residuos sólidos:

Cuadro 4-1: Resumen del estudio de caracterización de residuos sólidos

Método del estudio	RS Residenciales	RS Comerciales, pequeños productores	RS Institucionales, pequeños productores
a) Población objeto de muestreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 19 localidades conformadas por 6 estratos socio-económicos</li> <li>• Muestreo en tres niveles:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de la manzana</li> <li>- Definición del lado de la manzana</li> <li>- Definición de las familias</li> </ul> </li> </ul>	Tipo de pequeños productores comerciales con una producción de 0 a 1,0 m <sup>3</sup> /mes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- A: Comercialización de bienes y servicios</li> <li>- B: Alimentos y Bebidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de pequeños productores institucionales:               <ul style="list-style-type: none"> <li>A: Educación</li> <li>B: Asociaciones y Agremiaciones</li> <li>C: Defensa y Seguridad</li> <li>D: Recreación, Cultura y Deporte</li> <li>E: Servicios</li> <li>F: Entidades financieras</li> <li>G: Instituciones Comunitarias</li> <li>H: Oficinas del Gobierno</li> </ul> </li> <li>• Identificación de las instituciones usuarios del servicio de aseo</li> </ul>
b) tamaño de la muestra	3.259	Establecimientos comerciales pequeños: 950	Establecimientos institucionales pequeños: 169
c) Período del estudio	1 día (no se sabe la fecha exacta)	1 día (no se sabe la fecha exacta)	1 día (no se sabe la fecha exacta)
d) Método de cálculo de la cantidad (producción) de RS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producción por estrato y localidad</li> <li>• Producción por habitante/día</li> </ul>	Según la actividad comercial (A o B)	Según el tipo de la institución
e) Método de cálculo de la composición de RS	13 categorías 39 subcategorías (véase el anexo)	13 categorías 39 subcategorías (véase el anexo)	13 categorías 39 subcategorías (véase el anexo)



Cuadro 4-2: Categorías de muestreo para clasificación de RS

No.	Categoría	Subcategoría	Observaciones
1	Alimentos	Preparados	-
2		No preparados	-
3	Jardinería	-	Desechos de jardín
4	Papel	-	-
5	Cartón	-	-
6	Plástico	Polietileno	Bolsas
7		Policarbonato	CD y similares
8		Poliestireno rígido	Vasos desechables y otros
9		Policloruro de vinilo	Tuberías, carnes
10		Pet transparente	Envases
11		Pet ámbar	Envases
12		Pet verde	Envases
13		Polipropileno rígido	Vasos y otros
14		Polietileno de alta densidad	Envases y juguetes
15		Polipropileno flexible	Empaques alimentos
16		Icopor	Poliestireno expandido
17	Otros	Otros	
18	Caucho y cuero	-	-
19	Textiles	-	-
20	Madera	-	-
21	Productos metálicos	Ferrosos	-
22		Aluminio	-
23		Plomo	-
24		Cobre	-
25		Otros	-
26	Vidrio	Ámbar	-
27		Transparente	-
28		Verde y colores	-
29	Cerámicos, ceniza, otros	-	-
30	RESPEL domésticos	Empaques de mantenimiento Automotriz	Baja peligrosidad
31		Productos de belleza y aseo	Baja peligrosidad (1)
32		Otros productos peligrosos	Baja peligrosidad (1)
33		Lámparas (bombillas)	Media peligrosidad (1)
34		Residuos higiénicos-sanitarios	Media peligrosidad (1)
35		Mantenimiento del hogar y limpieza	Alta peligrosidad (1)
36		Baterías, eléctricos y electrónicos	Alta peligrosidad (1)
37		Biocidas (artículos para jardín)	Alta peligrosidad (1)
38		Medicinas y fármacos	Alta peligrosidad (1)
39	Otros residuos no incluidos en este listado	-	-

#### 4.1.2 Cantidad Unitaria de Generación (por persona por día)

##### a. Residuos Sólidos Domiciliarios

A través del estudio se pudo determinar que cada habitante de Bogotá D.C. produce en promedio 0,32 kilogramo diariamente de residuos sólidos residenciales. En cuanto a la producción por habitante/día por estrato socioeconómico, la producción menor correspondía al estrato 1 con 280g/habitante/día (equivalente a 0,875 del valor promedio) y la producción mayor correspondía al estrato 5 con 450g/habitante/día (equivalente a 1,47 del valor promedio).

Cuadro 4-3: Media ponderada de la producción por habitante (pph) por día por estrato socioeconómico

Estrato socioeconómico	Media pph/día (kg/habitante/día)
1	0,28
2	0,31
3	0,33
4	0,35
5	0,47
6	0,37
Global (media ponderada)	0,32

##### b. Residuos Sólidos de Pequeños Productores Comerciales

Se determinó que la media ponderada de producción de residuos sólidos por establecimiento comercial pequeños productores de Bogotá, D.C. es de 1,36 kg/establecimiento-día.

Cuadro 4-4-4: Producción diaria por establecimiento comercial pequeños productores

ACTIVIDAD ECONÓMICA		PRODUCCIÓN Kg / Establecimiento - día
A	(Comercialización de bienes y servicios)	1,16
B	(Alimentos y Bebidas)	1,75
GLOBAL (media ponderada)		1,36

##### c. Residuos Sólidos de Pequeñas Productores Instituciones

Se determinó que la media ponderada global de la producción diaria de residuos sólidos institucionales, pequeños productores para Bogotá D.C. es de 0,60 kg/establecimiento y la producción global es de 560,4kg/día. Sin embargo, en realidad la producción global es de 482,6kg/día, por lo tanto puede haber algún error en esta cifra o la cifra de producción unitaria.

Cuadro 4-5: Producción por establecimiento institucionales pequeños productores

Tipo de institución		Media ponderada de la producción por establecimiento por día (kg)	Producción (kg/día)
A	EDUCATIVO	1,23	126,7
B	ASOCIACIONES Y AGREMIACIONES	0,08	0,7
C	DEFENSA Y SEGURIDAD	0,89	169,1
D	RECREACIÓN	0,13	6,0
E	SERVICIOS	0,33	73,3
F	FINANCIERA	0,19	12,5
J	INSTITUCIONES COMUNITARIAS	0,52	69,7
H	OFICINAS DEL GOBIERNO	0,15	24,6
I	MEDIA/GLOBAL	0,604	560,4 (482,6)

#### 4.1.3 Composición de Residuos Sólidos

##### a. Residuos Sólidos Domiciliarios

A nivel global, los residuos de comida preparada, como no preparada, son el componente generado en mayor cantidad y constituyen aproximadamente el 60% del total de los residuos sólidos generados en la parte urbana de la Ciudad. Por otro lado, los residuos reciclables (papel y cartón, plásticos, metales y vidrios) ocupan alrededor del 20%. Los residuos peligrosos de generación doméstica corresponden al 13% del total de los residuos sólidos generados, siendo los higiénicos- sanitarios los de mayor cantidad. En el siguiente cuadro se muestra la composición de residuos sólidos por estrato socioeconómico:

Cuadro 4-6: Composición de Residuos Sólidos Domiciliarios

Unidad: %

Número	Categoría	Subcategoría	Estrato Socioeconómico						Global
			1	2	3	4	5	6	
1	Alimentos		61,42	62,43	59,44	60,58	53,79	55,31	60,56
		Preparados	6,33	8,68	9,56	7,82	4,96	7,85	8,56
		No preparados	55,09	53,75	49,88	52,76	48,83	47,46	52
2	Jardinería		0,53	0,43	0,81	1,82	1,57	5,15	0,87
3	Papel y cartón		4,97	4,48	8,16	10,12	17,93	8,65	7,1
4	Plástico	Total	11,57	10,35	10,65	9,81	9,56	9,74	10,45
		Polietileno	6,86	6,56	6,02	5,48	5,34	5,6	6,2
		Policarbonato	0,17	0,03	0,04	0,02	0,01	0,03	0,04
		Poliestireno rígido	0,29	0,31	0,37	0,31	0,45	0,44	0,34
		Policloruro de vinilo	0,09	0,03	0,04	0,02	0	0,03	0,04
		PET transparente	1,21	0,96	1,76	1,36	1,22	1,06	1,33
		PET ámbar	0,09	0,09	0,07	0,18	0,05	0,06	0,09
		PET verde	0,03	0,08	0,06	0,06	0,23	0,18	0,07

4.1 Cantidad y Composición de Residuos

Número	Categoría	Subcategoría	Estrato Socioeconómico						Global
			1	2	3	4	5	6	
		Polipropileno rígido	0,26	0,31	0,28	0,33	0,43	0,65	0,31
		Polietileno de alta densidad	0,93	0,71	0,65	0,67	0,9	0,38	0,7
		Polipropileno flexible	1,17	0,81	0,95	0,69	0,56	0,85	0,87
		Icopor	0,23	0,25	0,29	0,51	0,35	0,45	0,3
		Otros	0,24	0,21	0,12	0,18	0,02	0,01	0,16
5	Caucho y cuero		1,33	0,42	0,24	0,51	0,13	0,12	0,42
6	Textiles		2,79	2,07	1,88	1,09	1,19	0,53	1,89
7	Madera		0,47	0,52	0,14	0,23	0,05	0,1	0,32
8	Productos metálicos	Total	0,81	0,68	0,84	1,2	1,62	0,95	0,85
		Ferrosos	0,58	0,57	0,73	0,91	0,54	0,69	0,67
		Aluminio	0,22	0,1	0,1	0,25	0,26	0,26	0,14
		Plomo	0,01	0	0,01	0,03	0,3	0	0,02
		Cobre	0	0,01	0	0	0,46	0	0,02
		Otros	0	0	0	0,01	0,06	0	0
9	Vidrio	Total	1,38	1,46	1,7	4,38	4,21	7,11	2,08
		Ámbar	0,12	0,05	0,12	1,19	0,22	0,66	0,22
		Transparente	0,55	1,17	1,32	2,57	2,86	4,47	1,46
		Verde y colores	0,71	0,24	0,26	0,62	1,13	1,98	0,4
10	Cerámicos, ceniza, otros		0,76	1,68	1,14	0,36	0,23	0,93	1,19
11	RESPEL domésticos	Total	12,89	14,51	12,75	9,6	9,57	11,01	12,94
		Empaques de mant. Automotriz	0	0,01	0	0	0	0	0
		Mantenimiento del hogar y productos de limpieza	0,31	0,19	0,34	0,33	0,48	0,21	0,28
		Biocidas (artículos para jardín)	0	0,01	0	0,07	0	0,03	0,01
		Medicinas y fármacos	0,19	0,17	0,2	0,33	0,33	0,23	0,21
		Residuos higiénicos y sanitarios	11,35	13,39	11,33	8,15	7,77	9,75	11,62
		Productos de belleza y aseo	0,49	0,28	0,56	0,34	0,68	0,32	0,42
		Baterías, eléctricos y electrónicos	0,15	0,21	0,24	0,15	0,06	0,14	0,2
		Lámparas (bombillas)	0,07	0,06	0,02	0,16	0,01	0,17	0,06
		Otros productos peligroso	0,33	0,19	0,06	0,07	0,24	0,16	0,14
12	Otros residuos no incluidos en este listado		1,08	0,94	2,23	0,3	0,1	0,4	1,32
Total			100,00	99,97	99,98	100,00	99,95	100,00	99,99

**b. Residuos Sólidos de Pequeños Productores Comerciales**

Los residuos orgánicos son el componente generado en mayor cantidad para los dos tipos de actividad económica contemplados para el componente comercial, especialmente en el grupo B (servicios de alimentos y bebidas) los residuos orgánicos ocupan casi el 70% del total. En segundo lugar se observa que los residuos de plástico (todos los tipos de plástico) corresponden casi al 18% del total. Los residuos reciclables (papel y cartón, plásticos, metales y vidrios) ocupan el 35%.

**Cuadro 4-7: Composición de Residuos Sólidos de Pequeños Productores Comerciales**

Unidad: %

Número	Categoría	Subcategoría	COMERCIAL PEQUEÑO PRODUCTOR		Media ponderada global
			A Comercialización de bienes y servicios	B Alimentos y bebidas	
1	Alimentos		28,86	70,34	46,48
		Preparados	3,97	12,07	7,41
		No preparados	24,89	58,27	39,07
2	Jardinería		5,59	0	3,23
3	Papel y cartón	Total	17,39	4,49	11,91
		Papel	10,56	2,16	6,99
		Cartón	6,83	2,33	4,92
4	Plástico	Total	19,1	16,11	17,83
		Polietileno	8,36	9,81	8,97
		Policarbonato	0,06	0,01	0,04
		Poliestireno rígido	2,16	1,04	1,69
		Policloruro de vinilo	0,02	0	0,01
		PET transparente	1,27	1,07	1,19
		PET ámbar	0,26	0,07	0,18
		PET verde	0,09	0,08	0,09
		Polipropileno rígido	0,74	0,77	0,75
		Polietileno de alta densidad	1,43	1,63	1,51
		Polipropileno flexible	1,79	1,18	1,53
		Icopor	0,7	0,34	0,55
Otros	2,21	0,11	1,32		
5	Caucho y cuero		1,43	0,2	0,91
6	Textiles		2,94	0,56	1,93
7	Madera		4,31	1,01	2,91
8	Metales	Total	1,72	1,35	1,57
		Ferrosos	1,33	1,25	1,3
		Aluminio	0,39	0,1	0,27
		Plomo	0	0	0
		Cobre	0	0	0
		Otros	0	0	0
9	Vidrio	Total	4,84	2,57	3,88

Número	Categoría	Subcategoría	COMERCIAL PEQUEÑO PRODUCTOR		Media ponderada global
			A Comercialización de bienes y servicios	B Alimentos y bebidas	
		Ámbar	0,64	0,4	0,54
		Transparente	3,7	2,12	3,03
		Verde y colores	0,5	0,05	0,31
10	Cerámicos, ceniza, otros		1,91	0,12	1,15
11	RESPEL domésticos	RESPEL domésticos	10,15	2,61	6,95
		Empaques de mant, Automotriz	1,1	0	0,63
		Mantenimiento del hogar y productos de limpieza	0,24	0,15	0,2
		Biocidas (artículos para jardín)	0	0	0
		Medicinas y fármacos	0,17	0,03	0,11
		Residuos higiénicos y sanitarios	4,85	1,95	3,62
		Productos de belleza y aseo	0,41	0,19	0,32
		Baterías, eléctricos y electrónicos	2,78	0,11	1,65
		Lámparas (bombillas)	0,01	0,1	0,05
		Otros productos peligroso	0,6	0,07	0,38
12	Otros residuos no incluidos en este listado		1,76	0,61	1,27
Total			100,00	99,97	100,02

### c. Residuos Sólidos de Pequeñas Instituciones

Los residuos orgánicos son el componente que ocupa mayor proporción en los residuos sólidos generados por pequeños productores institucionales con el 27% y seguido por los residuos de papel y cartón de 22,5% y los residuos de plástico de 19%. Los residuos reciclables (papel y cartón, plásticos, metales y vidrios) ocupan el 45%.

Cuadro 4-8: Composición de Residuos Sólidos de Pequeñas Productores Instituciones

Unidad: %

No.	Categoría	Subcategoría	Media ponderada global (%)
1	Alimentos	Total	27,05
		Preparados	13,71
		No preparados	13,34
2	Jardinería		8,63
3	Papel y cartón	Total	22,56
		Papel	16,35
		Cartón	6,21

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

No.	Categoría	Subcategoría	Media ponderada global (%)
4	Plástico	Total	19,76
		Polietileno	7,53
		Policarbonato	0,03
		Poliestireno rígido	2,51
		Policloruro de vinilo	0,16
		Pet transparente	2,9
		Pet ámbar	0,37
		Pet verde	0,09
		Polipropileno rígido	1,68
		Polietileno de alta densidad	0,87
		Polipropileno flexible	1,44
		Icopor	1,8
	Otros	0,38	
5	Caucho y cuero		0,23
6	Textiles		0,91
7	Madera		0,49
8	Metales	Total	0,88
		Ferrosos	0,7
		Aluminio	0,18
		Plomo	0
		Cobre	0
		Otros	0
9	Vidrio	Total	2,57
		Ámbar	0,03
		Transparente	2,12
		Verde y colores	0,42
10	Cerámicos, ceniza, otros		0,24
11	RESPEL domésticos	RESPEL domésticos	16,51
		Empaques de mant, Automotriz	0
		Mantenimiento del hogar y productos de limpieza	0,11
		Biocidas (artículos para jardín)	0
		Medicinas y fármacos	0,06
		Residuos higiénicos y sanitarios	15,6
		Productos de belleza y aseo	0,25
		Baterías, eléctricos y electrónicos	0,27
		Lámparas (bombillas)	0,04
Otros productos peligroso	0,18		
12	Otros residuos no incluidos en este listado		0,04
Total			99,87

#### 4.1.4 Observación

Aunque el número de muestras objeto del estudio fue alto, el período del estudio fue sólo un día. Si se hubiera aplicado la metodología de muestreo continuo de una semana, la confiabilidad del resultado del estudio habría sido más alta. Por otro lado, la producción de residuos sólidos residenciales por habitante/día obtenida por este estudio (0,32kg/habitante/día) nos parece bastante pequeña, según la experiencia que ha tenido el Equipo de la Misión de JICA hasta ahora. Al definir el plan maestro, teniendo en cuenta el resultado de este estudio, pero se recomienda tomar como referencia la cifra de otras ciudades del mundo, para establecer la producción por habitante/día.

## 4.2 Actividades del Reciclaje

Se revisó también el estudio de Caracterización de la Actividad del Reciclaje en Bogotá, realizado por la UAESP con la colaboración de la Universidad Javeriana desde agosto hasta diciembre de 2010.

### 4.2.1 Recicladores

Objetivo del estudio fueron “recicladores de oficio” quienes son las personas que reconocen el reciclaje como actividad principal y permanente de trabajo, de la cual deriva la mayor parte de sus ingresos y la realizan de manera asentada o móvil.

#### a. Población de Recicladores

Fueron registrados 11.109 recicladores. Este censo se efectuó en bodegas a donde llevan su material reciclable. El área donde se localiza la bodega corresponde al área donde el reciclador trabaja. El primer cuadro muestra el número de los recicladores registrados en cada localidad. El segundo cuadro muestra el número de los recicladores que habitan en cada localidad.

Cuadro 4-9: Recicladores registrados por localidad

Localidad	Número de recicladores	Porcentaje (%)
01_USAQUEN	225	2,0
02_CHAPINERO	44	0,4
03_SANTAFE	677	6,1
04_SANCRISTOBAL	508	4,6
05_USME	316	2,8
06_TUNJUELITO	222	2,0
07_BOSA	713	6,4
08_KENNEDY	2.078	18,7
09_FONTIBON	495	4,5
10_ENGATIVA	809	7,3
11_SUBA	1.129	10,2
12_BARRIOS_UNIDOS	307	2,8
13_TEUSAQUILO	16	0,1
14_LOS_MARTIRES	737	6,6
15_ANTONIO_NARIÑO	106	1,0
16_PUENTE_ARANDA	433	3,9
17_LA_CANDELARIA	257	2,3
18_RAFAEL_URIBE	575	5,2
19_CIUADAD_BOLIVAR	1.026	9,2
96_Centro la Alquería	436	3,9
Total	11.109	100



Cuadro 4-10: Recicladores por localidad (donde habitan)

Localidad	Número de recicladores	Porcentaje (%)
01_USAQUEN	185	1,7
02_CHAPINERO	48	0,4
03_SANTAFE	670	6,0
04_SANCRISTOBAL	629	5,7
05_USME	475	4,3
06_TUNJUELITO	95	0,9
07_BOSA	993	8,9
08_KENNEDY	1.735	15,6
09_FONTIBON	445	4,0
10_ENGATIVA	697	6,3
11_SUBA	1.041	9,4
12_BARRIOS_UNIDOS	125	1,1
13_TEUSAQUIILO	10	0,1
14_LOS_MARTIRES	634	5,7
15_ANTONIO_NARIÑO	30	0,3
16_PUENTE_ARANDA	201	1,8
17_LA_CANDELARIA	121	1,1
18_RAFAEL_URIBE	538	4,8
19_CIUADAD_BOLIVAR	1.810	16,3
Sin Información	627	5,6
Total	11.109	100

**b. Nivel Educativo**

No es que los recicladores no sean educados. La mitad de ellos han terminado algún grado de la primaria. Una parte considerable realizó el estudio de la secundaria. Además, el 1% de ellos ha recibido la educación superior.

Cuadro 4-11: Nivel educativo

Localidad	Ninguno	Primaria	Secundaria	Técnica	Superior	Sin Inf.	Total
01_USAQUEN	0,3%	1,3%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%
02_CHAPINERO	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,4%
03_SANTAFE	0,7%	3,2%	2,3%	0,1%	0,0%	0,0%	6,3%
04_SANCRISTOBAL	0,6%	2,4%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	4,8%
05_USME	0,6%	1,6%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%
06_TUNJUELITO	0,2%	1,2%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%
07_BOSA	0,9%	3,6%	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	6,7%
08_KENNEDY	2,0%	9,9%	7,1%	0,1%	0,1%	0,1%	19,5%
09_FONTIBON	0,5%	2,4%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	4,6%
10_ENGATIVA	0,8%	3,9%	2,7%	0,1%	0,1%	0,0%	7,6%
11_SUBA	1,3%	5,2%	3,9%	0,0%	0,0%	0,1%	10,6%
12_BARRIOS_UNIDOS	0,4%	1,5%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%
13_TEUSAQUIILO	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
14_LOS_MARTIRES	0,7%	2,9%	2,9%	0,1%	0,3%	0,1%	6,9%
15_ANTONIO_NARIÑO	0,1%	0,6%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,0%
16_PUENTE_ARANDA	0,5%	1,6%	1,8%	0,1%	0,0%	0,1%	4,1%
17_LA_CANDELARIA	0,3%	1,3%	0,8%	0,0%	0,1%	0,0%	2,4%
18_RAFAEL_URIBE	0,9%	2,5%	2,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,4%
19_CIUADAD_BOLIVAR	1,5%	5,2%	2,8%	0,0%	0,0%	0,1%	9,6%
Total general	12,3%	50,1%	35,3%	0,6%	1,0%	0,7%	100,0%

**c. Número de años dedicados a la actividad**

El tiempo entre 1 y 5 años es el tiempo donde se concentra la proporción más grande de los recicladores, que corresponde al 28%. A través de este estudio no se sabe si está aumentando el número de recicladores en los últimos años, pero se puede decir que las barreras para participar en esta actividad son muy bajas. La mayoría de los recicladores (68%) llevan más de 6 años, lo cual muestra que el reciclaje es el sustento de vida para ellos.

Cuadro 4-12: Número de años dedicados a la actividad

Años dedicados	Número de recicladores	Porcentaje (%)
Menos de un año	318	2,9
Entre 1 y 5	3.091	27,8
Entre 6 y 10	2.968	26,7
Entre 11 y 15	1.819	16,4
Entre 16 y 20	1.295	11,7
Entre 20 y 30	997	9,0
Más de 30	457	4,1
Sin información	164	1,5
Total	11.109	100

**d. Pertenencia a algún tipo de organización o asociación**

Una parte de los recicladores (18%) pertenece a algún tipo de organización, sin embargo, la mayor parte de ellos (81%) trabajan individualmente.

Cuadro 4-13: Pertenencia a algún tipo de organización o asociación

Pertenencia	Número de recicladores	Porcentaje (%)
No	9.013	81,1
Sí	2.004	18,0
Sin Información	92	0,8
Total	11.109	100

**e. Obtención y venta de material**

La mayoría de los recicladores (87%) recolectan recursos reciclables desde los residuos sacados en la calle para entregar al servicio de recolección de residuos ordinarios. Los que recolectan recursos reciclables de algún depósito de centros comerciales o de conjuntos residenciales son muy pocos (9%). Se supone que ellos tienen algún tipo de acuerdo con esas instalaciones para recolectar residuos reciclables.

Por otro lado, la mayoría de los sitios de la venta de recursos reciclables son bodegas. Se ve que los recicladores asumen un papel importante en la distribución de productos reciclables.

Cuadro 4-14: Lugares donde se obtiene el material recolectado

Lugar donde obtiene el material	Número de recicladores	Porcentaje (%)
Depósito basura centro comercial	224	2,0
Depósito basura conjunto residencial	784	7,1
En vía pública	9.667	87,0
Otro	339	3,1
Sin Información	95	0,9
<b>Total</b>	<b>11.109</b>	<b>100</b>

Cuadro 4-15: Lugares donde se venden el material recolectado

Donde vende	Número de recicladores	Porcentaje (%)
Camión	177	1,6
Bodega	10.656	95,9
Empresa Otro	186	1,7
Reciclador	70	0,6
Sin Inf.	20	0,2
<b>Total</b>	<b>11.109</b>	<b>100,0</b>

**f. Volumen de material reciclado**

Las cifras mostradas aquí son los valores obtenidos a través de la entrevista y no son valores medidos. Hay diferencia entre personas, pero en promedio un reciclador recolecta 800kg de residuos al mes y 33kg al día. En cuanto al tipo de material, se recolectan más los residuos de papel (37%), seguidos por metales (28%), plásticos (22%) y vidrios (12%).

Cuadro 4-16: Distribución de materiales reciclados

Material	Porcentaje (%)
Papeles	36,8
Metales	28,1
Plástico	21,9
Vidrios	11,7
Otros	1,4
<b>Total</b>	<b>100,0</b>

**4.2.2 Bodegas**

**a. Número de las bodegas y su escala**

A través del estudio mencionado, se han identificado 1.186 bodegas en Bogotá, D.C. En el año 2010, se realizó otro estudio para tener más información sobre esas bodegas y se obtuvo la información de 998 bodegas, equivalentes al 84%. El 9% de las bodegas se abstuvieron de

contestar a la entrevista y el 5% ya no existía por diferentes razones como el traslado. Por lo tanto, en ese momento, existían por lo menos 998 bodegas activas.

A través del Decreto Distrital 456 del 27 de octubre de 2010, se establecieron las normas sobre las bodegas de reciclaje, especificando la escala, el contenido de actividades y la ubicación tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 4-17: Escala y Actividad de Bodega

Tipo	Área (m2)	Actividad
1. Bodegas de mayor área	Mayor a 2.000	Separación, clasificación, embalaje, almacenamiento, pre-transformación y transformación
2. Bodegas de mediana área	Entre 80 y 2.000	Separación, clasificación, embalaje, almacenamiento y pre-transformación
3. Centros de acopio básico	Entre 40 y 79	Separación, clasificación, embalaje y almacenamiento temporal

Según este decreto, el área menor es de 40m<sup>2</sup>, pero en realidad hay bodegas cuya área no alcanza a 40m<sup>2</sup>. No hay ninguna bodega cuya área supera a 2.000m<sup>2</sup>.

Cuadro 4-18: Número de bodegas según tamaño

Tamaño	Área promedio (m2)	Número de Bodegas	Porcentaje (%)
a. Menor a 40	22	166	17
b.40-79	63	360	36
c.80-500	182	441	44
d.501-2000	870	31	3
Total	-	998	-

#### b. Destino de venta de recursos reciclables y el volumen de la venta

Los recursos reciclables se venden y se compran entre bodegas. Como se muestra en el siguiente cuadro, el destino de la venta del 62% de las bodegas son otras bodegas.

Cuadro 4-19: Destino de la venta del material

Número de bodegas			Porcentaje (%)		
Otras bodegas	Industrias	Total	Otras bodegas	Industrias	Total
621	377	998	62%	38%	100%

Entre 998 bodegas se manejan en promedio 21.443 toneladas al mes. Sin embargo, 12.140 toneladas corresponden al volumen comprado de otras bodegas y 9.303 toneladas son compradas de otros orígenes. Por lo tanto el volumen total de los recursos reciclables no será 21.443 toneladas al mes sino un valor cercano a 9.303 toneladas al mes.

Cuadro 4-20: Cantidad de materiales según origen de compra

Compra de	Tamaño de la bodega	Número bodegas	Total	Papeles	Metales	Plásticos	Vidrios	Otros
			ton	ton	Ton	ton	ton	ton
Otras bodegas	a.Menor_40	36	504	211	144	79	43	27
	b.40_79	104	916	271	218	276	86	59
	c.80_500	165	6.078	2,719	2,216	573	431	140
	d.501_2000	17	4.643	3,217	617	464	215	130
Sub total		322	12.140	6.418	3.194	1.392	776	356
Otros orígenes diferentes que bodegas	a.Menor_40	130	1.057	367	428	90	45	127
	b.40_79	256	2.580	1.233	723	401	170	52
	c.80_500	276	4.644	1.543	1.573	1.004	392	136
	d.501_2000	14	1.023	516	244	191	33	40
Sub total		676	9.303	3.658	2.968	1.685	639	355
Total general		998	21.443	10.076	6.162	3.077	1.415	711

#### 4.2.3 Observación

Según el estudio mencionado, el volumen recolectado por reciclador es de 800kg/mes. Si se multiplica este valor por el número total de los recicladores registrados, 11.109, se obtiene 8.900 toneladas/mes. Por otro lado, el volumen de los materiales que las bodegas compran de otro origen diferente que las bodegas es de 9.303 toneladas/mes, el valor cercano al valor obtenido en la fórmula mencionada. Por lo tanto, según el resultado del estudio, el volumen de los recursos reciclables de Bogotá será de 9.000 toneladas/mes (300 toneladas/día). Sin embargo, como en el estudio mencionado no se realizó la medición real, por lo tanto este resultado se debe tratar con prudencia.

## 4.3 Operación en el Centro de Reciclaje La Alquería

### 4.3.1 Resumen del estudio

#### a. Objetivo del estudio

El Centro de Reciclaje La Alquería es un centro de clasificación de recursos reciclables operado por el Distrito Capital. Se realizó un estudio con el fin de obtener información sobre los siguientes aspectos de la operación de dicho centro:

- Estado de clasificación de residuos reciclables
- Tipo y composición del peso de los residuos reciclables clasificados
- Caracterización de los residuos finales

#### b. Sitio del estudio

Centro de Reciclaje La Alquería, Carrera 68A No. 39F-55, Bogotá D.C.

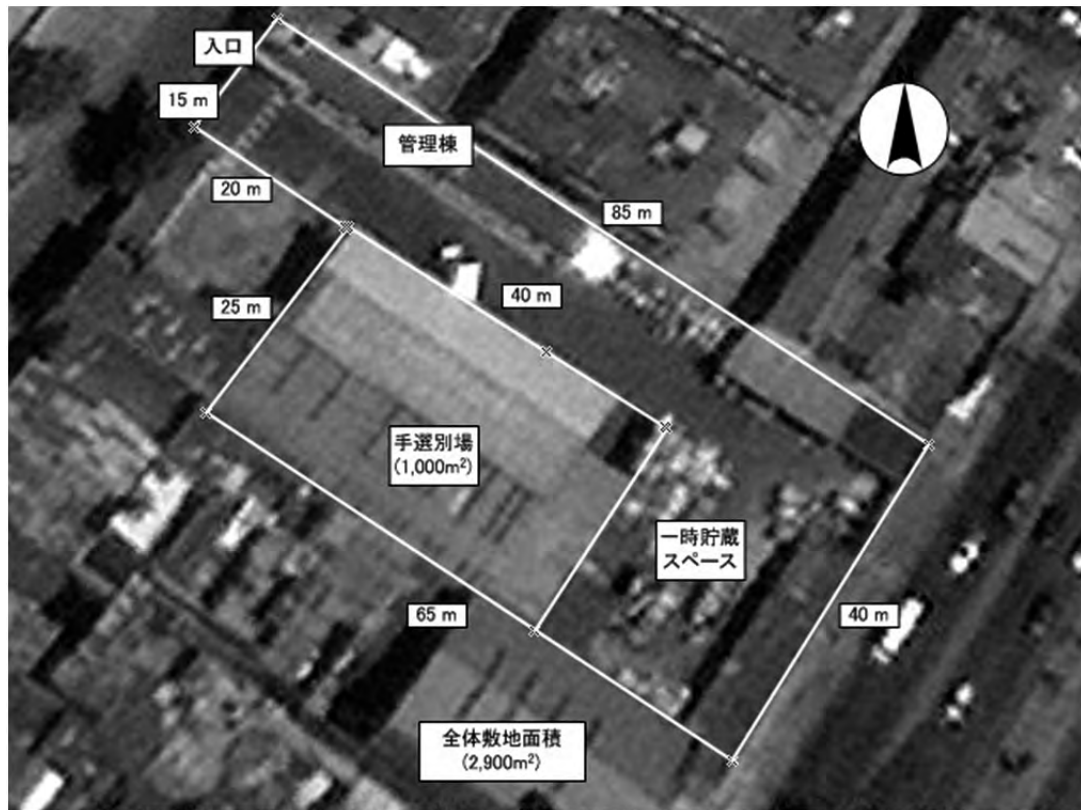


Figura 4-1: Centro de Reciclaje La Alquería

#### c. Fecha de estudio

25 de abril de 2012 (miércoles) 10:30 a 12:20

#### d. Ejecutor del estudio

UAESP :

## 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

- Sr. Mauricio Calderón
- Sr. Horacio Cárdenas Mercado (Director Ejecutivo)

Equipo de la Misión de JICA:

- Sr. Koji Kusunoki
- Sr. Tamotsu Suzuki

### 4.3.2 Flujo de clasificación de residuos reciclables

A continuación, se muestra el flujo de la clasificación de residuos reciclables que se realiza en La Alquería. Los residuos ingresados son recolectados separadamente a hogares generales y otras fuentes.

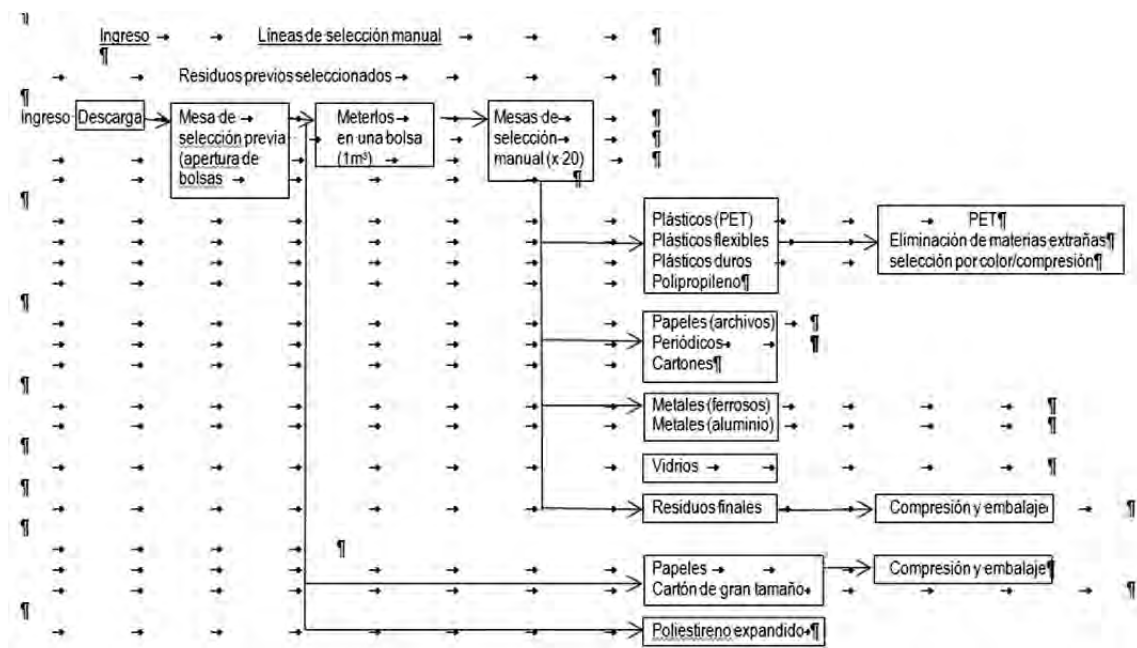


Figura 4-2: Flujo de clasificación de residuos reciclables (en La Alquería)

### 4.3.3 Resultado del análisis

#### a. Proceso del análisis

##### a.1 Procesos

- 1) Limpiar la mesa de clasificación manual y vaciar el contenido de las canecas.



Estado de la mesa de clasificación manual antes de iniciar el proceso



Estado de la caneca

2) Sacar en la mesa de clasificación manual los residuos previamente clasificados y traídos en una carretilla.



Sacando los residuos previo clasificados (Volumen de la bolsa: aprox.1m<sup>3</sup>)



Residuos sacados de la bolsa (Antes de iniciar la clasificación manual)

3) Iniciar la clasificación manual.

En una mesa de clasificación manual trabajan cuatro personas como grupo.



Estado de clasificación manual (1) (Al iniciar)



Estado de clasificación manual (2) (Al finalizar)

4) Después de seleccionar manualmente los residuos que fueron sacados de una bolsa, se pesa por tipo de artículos.

Se utiliza la báscula instalada en el centro (capacidad máxima: 500kg, lectura mínima: 0,2kg)





Confirmando el peso de la caneca



Medición del peso

**a.2 Datos básicos**

Bolsa de residuos sólidos para la primera clasificación: 1,0m<sup>3</sup>

Forma de la caneca: φ500x970 (= 0,19m<sup>3</sup>) Peso: 8,0 kg

Medidas de los residuos comprimidos: Ancho:800 x Largo:800 X Altura:600 (= 0,384m<sup>3</sup>)

Medidas del contenedor para los residuos finales: Ancho2,6m x Largo7.0m x Altura1,4m (= 25 m<sup>3</sup>)

**b. Resultado del análisis**

**b.1 Composición del peso por categoría de RS**

Según el proceso establecido, se realizó dos veces la clasificación manual de residuos y se midió el peso por tipo de artículos. El resultado del pesaje se muestra en el siguiente cuadro.

La composición del peso por tipo de residuos reciclables obtenida a través de dos análisis fue: plásticos (27,2%), papeles (25,1%), metales (3,7%), vidrios (9,5%) y rechazos (34,7%).









Cuadro 4-21: Peso por tipo de artículo y la proporción (% en peso)

	Categoría	Subcategoría	Primer análisis		Segundo análisis		Promedio
			kg	%	kg	%	
1	Plásticos	PET	3,4	7,4	4,0	11,5	9,5
2		Plásticos flexibles	2,0	4,3	5,6	16,1	10,2
3		Plásticos duros	4,0	8,7	2,0	5,7	7,2
4		PP	0,0	0,0	0,2	0,6	0,3
-		Total de plásticos	9,4	20,4	11,8	33,9	27,2
5	Papeles	Archivos	5,4	11,7	1,8	5,2	8,5
6		Periódicos	1,2	2,6	4,4	12,6	7,6
8		Cartones	4,8	10,4	2,6	7,5	9,0
-		Total de papeles	11,4	24,7	8,8	25,3	25,1
9	Metales	Ferrosos	3,2	7,0	0,0	0,0	3,5
10		Aluminio	0,2	0,4	0,0	0,0	0,2
-		Total de metales	3,4	7,4	0,0	0,0	3,7
11	Botellas de vidrio		1,6	3,5	5,4	15,5	9,5











	Categoría	Subcategoría	Primer análisis		Segundo análisis		Promedio	
			kg	%	kg	%	%	
12	Rechazos		20,2	44,0	8,8	25,3	34,7	
	Total		46,0	100,0	34,8	100,0	100,2	
	Nota		Inicio:10:45 Duración: 11 minutos		Inicio:11:05 Duración: 12minutos			
			Tiempo de espera entre dos selecciones: 8 minutos (este tiempo se puede variar según el estado de primera clasificación)					

## b.2 Estado de clasificación

En las siguientes fotos se muestra el estado de clasificación de cada categoría.

No	Clasificación gruesa	Clasificación detallada	Primer análisis	Segundo análisis
1	Plásticos	PET		
2		Plásticos flexibles		
3		Plásticos duros		
4		Polipropileno (PP)	---	
5		Papeles	Archivos	

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

No	Clasificación gruesa	Clasificación detallada	Primer análisis	Segundo análisis
6		Periódicos		
7		Cartones		
8	Metales	Ferrosos		---
9		Aluminio		---
10	Vidrios (botellas, etc.)			
11	Rechazos			

### b.3 Densidad aparente

Se calculó la densidad aparente con base en el valor medido de la bolsa (1,0 m<sup>3</sup>), de la caneca para residuos finales después de la clasificación manual y el valor expresado en la entrevista sobre los residuos comprimidos.

	Primer análisis	Segundo análisis
Residuos que ingresan	0,046 ton/m <sup>3</sup> (=46,0 kg/1m <sup>3</sup> )	0,035 ton/m <sup>3</sup> (=34,8 kg/1m <sup>3</sup> )
	Promedio: 0,040 ton/m <sup>3</sup>	
Residuos finales (clasificados manualmente)	---	0,046 ton/m <sup>3</sup> (=8,8 kg/0.19m <sup>3</sup> )
Residuos finales (comprimidos)	Según la entrevista: 0,42 ton/m <sup>3</sup> (=160 kg/0,384 m <sup>3</sup> , valor expresado en la entrevista)	

#### b.4 Eficiencia del trabajo

A través del estudio, se obtuvo que la capacidad de clasificación por mesa es de 120kg/hora/mesa, la capacidad total de clasificación del centro es de 1,2 toneladas/hora, y se requieren 8,3 horas para clasificar los residuos que se ingresan en un día, que es en promedio 10 toneladas al día.

Volumen de los residuos ingresados: 10 toneladas por día

Clasificación manual en la mesa:

Duración del trabajo: 12 minutos por mesa  
 Tiempo de espera: 8 minutos por mesa  
 Total: 20 minutos por mesa

Volumen de residuos por cada sesión de clasificación: 40kg

Volumen que se selecciona por hora por mesa: 120kg/hora/mesa

Número de mesas: 10 mesas (cada mesa conformada por dos mesas pequeñas)

Volumen total de residuos clasificados por hora: 120 kg/hora/mesa x 10mesas= 1.200 kg/hora (=1,2 ton/hora)

Tiempo de operación:  $(10 \text{ ton/día}) / (1,2 \text{ ton/hora}) = 8,3 \text{ horas/día}$   
 No se tuvo en cuenta el tiempo de descanso en este cálculo.

#### 4.3.4 Observación

- Se considera que los residuos finales que quedan después de la clasificación manual servirán como materia de RPF. Para definir el equipo de pretratamiento para la producción de RPF, se requiere verificar más residuos finales
- En los residuos ingresados se ven mezclados residuos orgánicos, aunque su proporción es muy baja. Se recomienda difundir la clasificación más precisa entre los usuarios, a través de la campaña.
- Los cartones de gran tamaño y poliestirenos expandidos (icopor) se extraen en el proceso de apertura de bolsas, lo que contribuye a aumentar la eficiencia del trabajo en las mesas de clasificación manual.
- El grado de perfección de clasificación de residuos reciclables es alto.
- Se seleccionan Tetrapak desde los residuos ingresados, se producen yoyo y portavasos



Materia



Productos de reciclaje

Arriba:  
portavaso

Abajo: yoyo

Este Producto Fue Elaborado A Partir de Los Residuos Sólidos de Los Envases de Tetrapak por Representaciones Industriales Orion S.A. (Colombia)

- Como se muestran en las siguientes fotos, entre los residuos finales están incluidos diferentes tipos de residuos, de los cuales hay residuos aptos para la producción de RPF.



Se pueden utilizar como materia de producción de RPF (icopor y empaque de huevos)



En la bolsa de plástico están mezclados residuos orgánicos.



Se ven guantes de plástico que no son aptos para la producción de RPF.



En la bolsa de plástico están mezclados residuos orgánicos.



Se ven botellas de plástico.



Se ven muchos empaques de papel.

## 4.4 Diagnóstico de industrias recicladoras y bodegas de intermediarios de materiales reciclables

### 4.4.1 Objetivo

Se realizó un estudio en forma de entrevista sobre algunas bodegas que son actuales compradores de recursos reciclables de La Alquería y fábricas recicladoras que son usuarios finales de recursos reciclables, con el fin de identificar problemas actuales y retos que se relacionan con la planeación para el futuro. En las entrevistas se aclararon los siguientes aspectos:

- Resumen del negocio de cada empresa encuestada
- Precio de compra de recursos
- Criterios de recepción de cada empresa encuestada
- Ruta de aprovechamiento de recursos después de la empresa encuestada
- Contenido de aprovechamiento
- Otros

### 4.4.2 Selección de los establecimientos objeto del estudio

Se seleccionaron empresas que tienen relación con la Alquería actualmente según categoría de recursos reciclables.

Cuadro 4-22: Establecimientos objeto del estudio(1)

Objeto de este estudio	Tipo de recursos	Nombre de la empresa	Dirección	Actividades	Destino de venta	Precio de compra \$/kg	Volumen t/mes
o	Vidrio (botellas)	Depósito de Envases Martha Elena y Miguel Bello	Calle 91 #42-14	Recuperación de botellas completas	Selecciona y clasifica para vender a industrias pequeñas	Champaña: \$300/unidad Otros: \$150/unidad Néctar medio: \$25/unidad	40-50t
	Archivos	Fibras Nacionales	Calle 20 # 43A-21	Clasificación, embalaje	Fábricas de aprovechamiento	\$ 510	25t
	Periódicos	Fibras Nacionales	Calle 20 # 43A -21	Clasificación, embalaje	Fábricas de aprovechamiento	\$ 130	30t
	Plegadizas			Se suspendió la venta el 27 de julio de 2012, por el bajón del precio.	—		

4.4 Diagnóstico de industrias recicladoras y bodegas de intermediarios de materiales reciclables

Objeto de este estudio	Tipo de recursos	Nombre de la empresa	Dirección	Actividades	Destino de venta	Precio de compra \$/kg	Volumen t/mes
○	Archivos y Cartón	Luis Alarcón /Corporación Rancagua	Av. 6 # 42A-39	mediana	Compran embalado para enviar varios molinos	Archivo: \$510 Cartón: \$170 Periódico: \$80	80t (por cupo)
○	Cartón y archivos	Recolam	Calle 15 #57-90	grande	Compran sueltos, clasifican y embalan para llevar a molinos	Cartón: \$160 Archivo: \$500 Periódico: \$120 Plegadizas: \$60	1.000t
○	PET	ACEBRI	Cra. 86 # 3-52	Trituran y reúsan	Usuario final	\$ 700	10t
○	Plásticos rígidos (PP y PE)	William Parra	Calle 41 #97F-10Sur	pequeño	Clasifican por color y trituran o peletizan para vender a industrias pequeñas	\$600-650	12t
○	Plásticos blandos (bolsas de plástico, etc.)	Luis Ramírez	Cra. 86 # 16C-09	Selección, compresión y embalaje		\$ 450	8t
○	Chatarra	Ernesto Duran Gamboa	Cra. 88G #42F-82Sur	Compran y llevan al usuario final	Diaco (Siderúrgica)	\$ 350	5t
	Aluminio	Chatarrería Ciudad Galán	Cra 97A # 38 c 75	Clasifican	Exportador a	\$ 1400	200kg
○	Metales no ferrosos (Aluminio, cobre, bronce, etc.)	Comercializadora y Recicladora JT	Cra. 31A #7-32	Mediana	Clasifica y envía a un comercializador (James) internacional	Aluminio: \$1500-2400 Cobre: \$12.200-12.700 Bronce:\$7.500	30t
○	Tetrapack	RIORION	Cra. 123 No. 14-37	Producción de tabla y productos de tabla	Usuario final	\$150/kg	50t/mes

Además se realizó una entrevista a OI Peldar, fabricante de botellas y envases de vidrio y a Feral, que funciona como un proceso previo para OI Peldar, aunque ellos no tienen directa relación con la Alquería.



Cuadro 4-23: Establecimientos objeto del estudio (2)

Objeto de este estudio	Tipo de recursos	Nombre de la empresa	Dirección	Actividades	Destino de venta	Precio de compra \$/kg	Volumen t/mes
○	Vidrio	OI Peldar		Fabricante de botellas y envases de vidrio	Para la producción propia	-	-
○	Vidrio	Feral		Lavado, limpieza y trituración de cascos	OI Peldar	150~220	Proceso de confirmación

### 4.4.3 Resultado de las visitas

#### 4.4.3.1 Resumen

##### a. Botellas y envases de vidrio

La fabricación de botellas y envases de vidrio en el país es el monopolio de Peldar. La planta de Peldar en Zipaquirá (en total tiene 4 plantas en el país) tiene una planta de tratamiento previo, que se llama Feral y se encarga de eliminar materiales extraños de cascos. Feral compra a 150 a 200 pesos por kg cascos separados por color (blanco, verde y ámbar).

Por otro lado, las botellas completas se distribuyen entre más de 200 intermediarios pequeños y medianos que reúsan las botellas. Estas empresas clasifican botellas por tipo, las lavan, limpian y venden a empresas donde se usan para ser llenado con diferentes materiales tales como pegante, pintura, detergente, miel, etc. Dentro de las botellas recuperadas el 80% ocupan botellas de vino, botellas  $\frac{3}{4}$ , brandy, manzana, Néctar medio, etc., y se compran a 150 pesos por unidad

El Centro de Reciclaje de La Alquería vende vidrios a dos intermediarios compradores de botellas completas y un centro de acopio de cascos de vidrio.

El porcentaje del vidrio en los residuos reciclables recolectados es el 11%. Por lo tanto si se recolectan 30 toneladas por día, que equivale a la capacidad del centro después de la mejora, se recolectarán 3,3 toneladas de vidrio por día.

La distancia entre Bogotá y Peldar es de 57 km. Con esta distancia, si se puede recolectar una cantidad considerable de cascos, asumiendo el costo de transporte, podría ser factible la venta de cascos a Peldar. Para eso hay que analizar los siguientes aspectos en La Alquería:

- Proceso de clasificación de botellas de vidrio por color

- Método y espacio de almacenamiento de botellas clasificadas por color, y el método de transporte
- Cálculo del costo de transporte

**b. Aluminio**

En Bogotá hay alrededor de 40 intermediarios de metales no ferrosos y están concentrados en el sector de la calle 9 con la carrera 31. Los metales no ferrosos que se recolectan por estos intermediarios son comprados por James, exportadora. Como existe solamente un comprador, el precio de compra está controlado. El precio de compra de aluminio por esta empresa es de 1.500 a 2.400 pesos por kilogramo según el tipo.

La Alquería vende estos materiales a 6 de estos intermediarios. La tasa de aluminio en los residuos reciclables recolectados en la Alquería es del 0,3%. Por lo tanto si se recolectan 30 toneladas por día, que equivale a la capacidad del centro después de la mejora, se recolectarán aproximadamente 0,1 toneladas de aluminio por día. El precio será definido por James.

**c. Metales ferrosos**

Los metales ferrosos recolectados en Bogotá y su alrededor se llevan a Aceros Diaco. Un intermediario pequeño recolecta en camión, materiales ferrosos acumulados en bodegas de chatarra. El precio de compra a bodegas de chatarra es 400 pesos por kilogramo.

La tasa de metales ferrosos en los residuos reciclables recolectados en la Alquería es del 4,8%. Por lo tanto si se recolectan 30 toneladas por día, que equivale a la capacidad del centro después de la mejora, se recuperarán 1,4 toneladas de metales ferrosos por día.

**d. Papeles**

El flujo del reciclaje de papeles en Bogotá y su alrededor es el siguiente:

Recicladores→Bodegas→Intermediario → Clasificadores (20) → Fabricantes de papeles (3)

En Bogotá y su alrededor hay solamente 3 fabricantes de papeles que utilizan materiales reciclados, y últimamente se importan papeles usados muy baratos desde el exterior. Por lo tanto estos fabricantes ponen una cuota de compra a clasificadores medianos y pequeños.

Los fabricantes de papeles que compran papeles de archivo usados son Familia, Fibras nacionales y Colpapeles, y el fabricante de cartones que compra cartones usados es Cartón de Colombia.

En cuanto al precio de compra a clasificadores, el de archivo es \$500/kg, el de cartones es \$160 a 170/kg, y el de periódicos es \$100/kg. Como el precio de compra está regulado por los fabricantes de papeles no hay diferencia del precio entre clasificadores.

La tasa de papeles usados en los residuos reciclables recolectados en la Alquería es la siguiente: archivo: 11%, periódico: 8,6%, y cartón: 11,4%. Por lo tanto si se recolectan 30 toneladas por día, que equivale a la capacidad del centro después de la mejora, se recolectarán 3,3t, 2,6t y 3,4t respectivamente.

El precio de compra a clasificadores grandes es un poco más barato pero tiene el volumen de compra estable. Para seleccionar el clasificador para la Alquería, es necesario revisar condiciones de recepción, tales como la necesidad de embalaje comprimido, el costo de transporte y el espacio para el almacenamiento.

#### **e. Plástico**

En la ciudad hay muchos procesadores pequeños de materiales usados de plástico y venden sus productos procesados a fabricantes de productos de plásticos.

A fabricantes de productos de plástico entregan películas de polietileno derretidas o polipropileno y polietileno rígido triturado como materia prima para el reciclaje o entregan peletizado generando así valor agregado.

El precio de compra a bodegas de películas de polietileno es de 450 a 700 pesos por kilogramo y el de polipropileno y polietileno rígido es de 600 a 650 pesos por kilogramo.

Como la mayoría de ellos son microempresas, se preocupa por la afectación al medio ambiente tales como el mal olor, el vertimiento de aguas residuales y el ruido.

Las botellas que se clasifican en La Alquería se venden a Acebri, que es un intermediario grande y fabricante de materia prima para el reciclaje. Pero todavía no se ha realizado entrevista a esta empresa.

Las botellas PET ocupa el 11,4% dentro de los residuos reciclables recolectados en la Alquería, el plástico blando 11,7%, el plástico rígido 9,3% y el polipropileno 0,3%. En caso de que se recolecte 30 toneladas de residuos reciclables al día después de las mejoras, estos materiales se recolectarán 3,4t, 3,5t, 2,8t y 0,1t al día respectivamente.

#### **f. Aspectos que analizar**

En la siguiente tabla se ven sintetizados los aspectos que analizar para vender a mejores condiciones materiales reciclables que se recolectan y clasifican en La Alquería:

Cuadro 4-24: Aspectos que analizar para la venta de materiales reciclables clasificados en La Alquería

Aspectos que analizar	Vidrio	Aluminio	Metales ferrosos	Papel	Plástico
1. Calidad	Forma en que se recolecta (cascos o botellas completas)	—	—	Productos finales (Embalaje comprimido o sueltos)	Selección de artículos recolectados
2. Instalaciones, equipos y maquinaria	Asegurar el espacio para el almacenamiento	Asegurar el espacio para el almacenamiento	Asegurar el espacio para el almacenamiento	Asegurar el espacio para el almacenamiento	Asegurar el espacio para el almacenamiento
3. Destino de venta	Forma (cascos o botellas) Destino de venta (Fabricante de vidrio o bodegas de botellas)	James, que es el usuario final tiene monopolizado el mercado.	La siderúrgica Diaco tiene monopolizado el mercado y no hay fluctuación en el precio del mercado.	El destino de venta se debe definir entre mejor precio o la estabilidad.	
4. Significado de organizar el parque de reciclaje	Hay posibilidad de venta conjunta de materiales reciclables entre 60 bodegas.	Hay posibilidad de venta conjunta de materiales reciclables entre 60 bodegas.	Hay posibilidad de venta conjunta de materiales reciclables entre 60 bodegas.	Hay posibilidad de venta conjunta de materiales reciclables entre 60 bodegas.	Reducir la carga ambiental. Tratamiento conjunto de aguas residuales

#### 4.4.3.2 Registro de Visitas

##### a. Feral (Tratamiento de cascos)

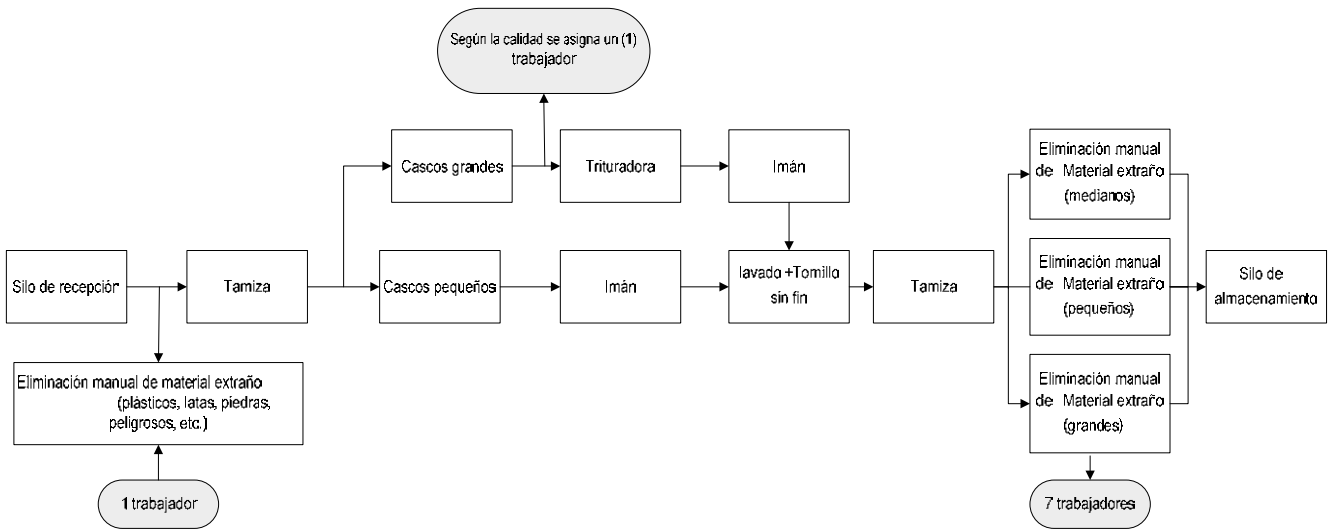
##### a.1 Resumen de la empresa

- Ferales una planta donde se acumulan cascos de vidrio y se eliminan materiales extraños para entregarlos exclusivamente a Peldar.
- La opera una ONG que administra dos colegios en el municipio de Nemocón. Las instalaciones son de Peldar y el terreno es alquilado.
- Opera desde hace 24 años.
- La capacidad máxima de tratamiento diario es 300 toneladas (7,5 horas x 3 turnos) y se eliminan materiales extraños con la capacidad de 13 toneladas por hora.
- Por un turno trabajan 15 operarios y un turno es de 7,5 horas. Se puede trabajar hasta 3 turnos, pero actualmente trabajan en 2 turnos.

a.2 Materiales reciclables

1) Tipo de materiales	Cascos Blanco/Verde	Cascos Ámbar	Vidrios planos	
2) Precio de compra (pesos/tonelada)	Sucio	200.000	220.000	150.000
	Limpio	230.000	250.000	170.000
3) Volumen de compra (5.047toneladas/mes))	71% (Blanco:68%, Verde:3%)	18%	11%	
4) Criterio de compra (Concreto)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se saca una muestra de 25kg por cada 10 toneladas y revisa el grado de mezcla de material extraño tales como piedras, plásticos y metales.</li> <li>Reciben únicamente cascos de envases de alimentos o bebidas y no reciben cascos de envases tóxicos para garantizar la seguridad laboral. Por lo tanto es necesario que los cascos lleven alguna constancia, tales como etiqueta o tapa.</li> <li>Además, hay otros requisitos, por ejemplo el contenido de agua debe ser menos de 2% y el lote mínimo es 500kg.</li> </ul>			
		Límites permisibles		
	Descripción	Para el casco limpio "lavado y procesado" (Se envían directamente a Peldar)	Para el casco sin procesar "sucio" (se benefician en Feral)	
	Material ferroso	Máximo 1 partícula	Menor o igual al 1% = 250 gramos	
	Material no ferroso	Máximo 1 partícula	Máximo 10 partículas	
	Material vidrios especiales	Cero (0)	Cero (0)	
	Material inorgánico	Máx. 2 partículas de ¼" y 1 partícula 1" ó máx. 3 partículas de ¼"	Mayores de ¼" máximo el 0,2% = 50 gramos	
	Materias orgánicas	Vidrio Flint, máx. 40g Vidrio de color, máx. 80g	Máximo el 1% = 250 gramos	
	Humedad	Máx. 2%		
	Tamaño del casco		Que sea mayor de 3/8"	
Mezcla de colores	Máx. 1,0%	Máximo : 1% = 250 gramos		
En vidrio Blanco	Máx. 3,0%	Máximo : 3% = 750 gramos		
En vidrio Ámbar	Máx. 3,0%	Máximo : 3% = 750 gramos		
En vidrio Verde		Máximo : 3% = 750 gramos		
5) Método de compra	Principalmente compra cascos a intermediarios y no hay recicladores que traigan cascos directamente.			
6) Proveedor	Principalmente intermediarios de Bogotá y su alrededor traen cascos directamente.			
7) Problemas sobre la material prima	Está escaseando la oferta de cascos.			

**a.3 Principal proceso de tratamiento**



**b. OI Peldar (Fabricante de botellas y envases de vidrio)**

**b.1 Resumen de la empresa**

- Es la única empresa fabricante de envases de vidrio. En el país tiene 4 plantas (Zipaquirá, Envigado, Buga y Soacha). Fue una empresa colombiana pero fue adquirida por la empresa estadounidense (Owens-Illinois, Inc, OI).
- La producción del grupo OI en el mundo es 5 millones de toneladas al año.
- Las plantas de Zipaquirá y Envigado tienen centros de beneficio de cascos.

**b.2 Tratamiento para el reciclaje**

- La tasa de recuperación de vidrios en el país: 55%
- El volumen de cascos comprados en 2011 fue 111.766 toneladas al año.
- La tasa actual de mezcla de cascos es 30% y la meta es aumentar la tasa de utilización de cascos hasta el 60%.
- Principales clientes: CocaCola, Postobón, Babaria, etc.
- Con la utilización de cascos para la producción de productos de vidrio, se puede reducir el consumo de energía en 50%, la emisión de CO2 en 65%.
- Volumen de producción: 399.000 toneladas (en el 2011)

**b.3 Otros**

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

- La distancia entre Bogotá y Peldar es de 57 km. Con esta distancia, si se puede recolectar una cantidad considerable de cascos, asumiendo el costo de transporte, podría ser factible la venta de cascos a Peldar (se requiere analizar el costo).
- Peldar está buscando fuente de suministro de material, por la escasez.
- Se requiere comparar el precio de venta a través de datos que se obtengan con el intermediario, el comprador actual de la Alquilería para analizar la posibilidad de vender cascos al usuario final directamente sin pasar por el intermediario.

#### c. Comercializadora y Recicladora JT (Aluminio)

##### c.1 Resumen de la empresa

Número de empleados: 6, Volumen de compraventa: 30 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) mediano de metales no ferrosos.

##### c.2 Materiales reciclables

1) Tipo de materiales	Aluminio grueso	Aluminio perfil	Aluminio clausen	Aluminio olla	Bronce	Cobre rojo
2) Precio de compra (pesos/kg)	\$2.000	\$2.400	\$1.500	\$2.000	\$7.500	No. 1 (cables): \$12.700 No. 2 (otros): \$12.200
3) Volumen de compra (%)	15%	15%	15%	15%	10%	10%
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que no tenga tornillos, empaques, y otros accesorios que no son de aluminio.			Que no tengan remaches, asas, etc.		
5) Método de compra	En general los proveedores traen materiales hasta esta empresa, pero tiene un camión y un conductor para ir a recogerlo en caso de que algún proveedor lo solicite.					
6) Lugar de compra	Bogotá y municipios aledaños					
7) Observaciones sobre material prima	El mercado es casi monopolio, por lo tanto el precio de compra está controlado.					

##### c.3 Tratamiento para el reciclaje

Criterio de compra de James: El lote mínimo es alrededor de 1 tonelada, que no esté comprimido ni tenga accesorios.

Los principales destinos de la exportación de James son China, Japón y Europa.

**c.4 Otros**

En Bogotá hay alrededor de 40 intermediarios de metales no ferrosos y están concentrados en el sector de la calle 9 con la carrera 31. Los metales no ferrosos que se recolectan por estos intermediarios son comprados por James, que es un exportador. Como es el único comprador monopolio, el precio de compra está controlado.

Actualmente La Alquería vende estos materiales a 6 de estos intermediarios. El destino de la venta se define por el personal encargado de la organización de recicladores.

**d. Luis Alarcón/Corporación Rancagua (papeles usados)****d.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 3, Volumen de compraventa: 20 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) mediano de papeles usados.

**d.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	Archivo	Cartón	Periódico
2) Precio de compra (pesos/kg)	\$510 (peso/kg)	\$170 (peso/kg)	\$80 (peso/kg)
3) Volumen de compra (%)	70%	30%	
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que no tenga manchas ni tintas excesivas, ni esté mezclado con otro tipo de papeles.		
5) Método de compra	La mayoría (80%) traen recursos a esta bodega. Tiene un camión para ir a recoger recursos, cuando el proveedor lo pide, pero últimamente para reducir el costo no saca el vehículo.		
6) Lugar de compra	Bogotá y municipios aledaños. La mayoría (80%) de los proveedores son bodegas (ORAs) y muy pocas veces traen recicladores individuales.		
7) Observaciones sobre material prima	Hay 20 a 30 intermediarios parecidos a esta empresa. Los molinos (las empresas fabricantes de papeles) actualmente importan pulpas económicas desde el exterior (Perú, Ecuador, Estados Unidos, Canadá, etc.), y establecieron cupo para proveedores locales. Una de ellas (Papeles Nacionales) tiene su propio filial que clasifican y entregan papeles reciclados.		
3) Volumen de compra (%)	70%	30%	
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que no tenga manchas ni tintas excesivas, ni esté mezclado con otro tipo de papeles.		
5) Método de compra	La mayoría (80%) traen recursos a esta bodega.		
6) Lugar de compra	Bogotá y municipios aledaños. La mayoría (80%) de los proveedores son bodegas (ORAs) y muy pocas veces traen recicladores individuales.		
7) Observaciones sobre material prima	Los molinos (las empresas fabricantes de papeles) actualmente importan pulpas económicas desde el exterior (Perú, Ecuador, Estados Unidos, Canadá, etc.), y establecieron cupo para proveedores locales.		



**d.3 Tratamiento para el reciclaje**

Criterio de compra establecido por la empresa recicladora (usuario de materiales reciclables): 10t/camión, Familia envía vehículo para la recolección de materiales dos veces por semana.

**d.4 Otros**

Flujo de papeles usados:

Recicladores → Bodegas → Intermediario → Clasificadores (20) → Fabricantes de papeles (3)

Como existen solamente tres fabricantes de papeles que utilizan papeles usados en Bogotá y su alrededor, la oferta de papeles usados supera a la demanda.

**e. Recolam (papeles usados)**

**e.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 35, Volumen de compraventa: 1.000 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) grande de papeles usados, principalmente de cartones.

**e.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	Cartón	Archivo	Periódico	Plegadizas
2) Precio de compra (pesos/kg)	\$160 (peso/kg)	\$500 (peso/kg)	\$120 (peso/kg)	\$60 (peso/kg)
3) Volumen de compra (%)	90%	5%	3%	2%
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que sea más de 1t. Que estén clasificados pero que no estén comprimidos (Que se entreguen sueltos).			
5) Método de compra	En el 80%, esta empresa manda el vehículo para recoger materiales.			
6) Lugar de compra	Compran de bodegas de Bogotá y sus municipios aledaños.			
7) Observaciones sobre material prima	No tiene establecido el cupo por parte de los clientes (fabricante de papeles).			
Instalaciones y equipos	10 vehículos, 3 embaladora de compresión (450kg/bloque)			

**e.3 Tratamiento para el reciclaje**

Principales clientes: Archivo: Familia, Fibras Nacionales y Colpapeles, Cartón: Cartón Colombia.

**f. Depósito de Envases Martha Elena y Miguel Bello (botellas de vidrio)****f.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 8 (clasificación: 4, lavado y eliminación de etiqueta: 4),

Volumen de compraventa: 40 a 50 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) pequeño de botellas usadas de vidrio.

**f.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	$\frac{3}{4}$	Vino	Brandy	Manzana	Néctar medio	Champaña
2) Precio de compra (pesos/kg)	\$150 (peso/kg)	\$150 (peso/kg)	\$150 (peso/kg)	\$150 (peso/kg)	\$25 (peso/kg)	\$300 (peso/kg)
3) Volumen de compra (ton/ )	(ton/ )	80% (ton/ )	(ton/ )	(ton/ )	(ton/ )	(ton/ )
4) Criterio de compra (más detallado posible)	No tiene condiciones exigentes.					
5) Método de compra	El 90% de los proveedores son intermediarios (ORAs) y el 10% son individuales.					
6) Lugar de compra	Bodegas (ORAs) de Bogotá					
7) Observaciones sobre material prima	No vende botellas para fines ilegales.					

**f.3 Tratamiento para el reciclaje**

Se venden a empresas productoras de pinturas, pegantes, detergentes y mieles.

**f.4 Otros**

En el barrio Patio Bonito, donde está ubicada esta empresa existen muchas bodegas de reciclaje.

En Bogotá existen alrededor de 200 intermediarios de botellas usadas.

**g. William Parra (plástico rígido)****g.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 7, Volumen de compraventa: 12 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) y reciclador pequeño que producen plásticos rígidos peletizados.

**g.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	PP, PE
2) Precio de compra (pesos/kg)	600 a 650
3) Volumen de compra	100%
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que no estén mezclados materiales extraños. Que no estén muy sucios.
5) Método de compra	Traen.
6) Lugar de compra	Principalmente bodegas de Bogotá.
7) Observaciones sobre material prima	La peletización no se realiza para todos los materiales por el costo elevado de operación (sólo alrededor del 50%)
Instalaciones	Triturador de plástico Secador centrífuga Máquina de extrusión

**g.3 Tratamiento para el reciclaje**

Clasificación por color → Trituración → Lavado → Secado → Peletización (50%)

Precio de venta de peletizado: 2.100 pesos/kg

Destino de venta: Industrias del Bogotá (fabricantes de canecas, envases de plástico y pitillos)

**h. Luis Ramírez (plástico blando)**

**h.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 10, Volumen de compraventa: 4 a 5 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) y reciclador pequeño que producen materiales de reciclaje con plástico blando (polietileno).

**h.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	PE (mezclados)	PE (incoloro)
2) Precio de compra (pesos/kg)	450	700
3) Volumen de compra	-	-
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que no estén mezclados materiales extraños. No puede estar mezclado el PP. Materiales residuales se venden a otro intermediario.	
5) Método de compra	Van a ir a comprar materiales. Tiene un camión	
6) Lugar de compra	Bodegas de Bogotá	
7) Observaciones sobre material prima	Se pueden vender a mejor precio a través de la peletización. Pero si es una microempresa no puede asumir el costo de instalación ni operación.	
Instalaciones	Máquina de derretir de rotación	

**h.3 Tratamiento para el reciclaje**

El proceso de tratamiento de esta empresa es el siguiente:

Clasificación → Polietileno → Derretir → Vender a fabricante de productos de plástico

El material de plástico reciclado se vende principalmente a un fabricante de mangueras.

Hay muchos intermediarios que peletizan material para generar un valor agregado.

**i. Ernesto Durán (ferrosos)**

**i.1 Resumen de la empresa**

Número de empleados: 6, Volumen de compraventa: 400 toneladas por mes.

Es un clasificador (intermediario) de materiales ferrosos que recolecta materiales y los vende a una siderúrgica grande (Aceros Diaco).

**i.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	Ferrosos
2) Precio de compra (pesos/kg)	400
3) Volumen de compra	100
4) Criterio de compra (más detallado posible)	No tiene condiciones exigentes.
5) Método de compra	Tienen un camión y van a diferentes bodegas para recoger materiales y los llevan a Diaco
6) Lugar de compra	Bodegas de chatarra
7) Observaciones sobre material prima	El mercado está casi monopolizado y está controlado el precio.
Instalaciones	Un camión para la recolección

**i.3 Otros**

Va a La Alquería una vez por semana.

Para medir la cantidad de materiales comprados, utiliza una báscula de camión instalada cerca de la Alquería pagando.

Vende a Diaco en promedio 6 toneladas al día.

**j. RIORION (tetrapak)**

**j.1 Resumen de la empresa**

Esta empresa como la línea principal de producción fabrica trituradoras para canteras, transmisiones industriales y compresores y hace 15 años como una parte del trabajo

ambiental, inició la recolección de tetrapak y la fabricación de productos de tablas de tetrapak.

Tetrapak que se clasifica en La Alquería se recolecta una vez dos semanas por un intermediario (Cempre) y Cempre lleva tetrapak a Tetra Pak y Riorion.

#### **j.2 Materiales reciclables**

1) Tipo de materiales	Tetrapak
2) Precio de compra (pesos/t)	150.000 pesos/tonelada
3) Volumen de compra	70t
4) Criterio de compra (más detallado posible)	Que estén separadas y no estén contaminados. El polietileno y aluminio que contiene tetrapak se procesan conjuntamente.
5) Método de compra	Cempre lleva materiales periódicamente.
6) Lugar de compra	Intermediario (Cempre)
7) Observaciones sobre material prima	Incrementar el volumen de oferta de tetrapak como materia prima. Incremento de la demanda de productos finales (tablas)
Instalación	Capacidad instalada: 200t/día

#### **j.3 Tratamiento para el reciclaje**

El principal proceso de fabricación es el siguiente:

Trituración → mezcla → calentamiento y compresión → formación (moldeo)

Como productos finales con la utilización de la tabla se encuentran:

Tejas, material para la pared y la puerta, muebles, artículos de oficina, canecas, etc.

#### **j.4 Otros**

Las actividades de recolección de tetrapak en colegios y el proyecto de ordenamiento de colegios por productos de tetrapak pueden ser efectivas como una parte de la educación ambiental.

## 4.5 Consideración de Tecnología Alternativa

### 4.5.1 Resumen

CGR, la empresa operadora del Relleno Sanitario Doña Juana está analizando las alternativas tecnológicas presentadas por un proveedor. En este capítulo, primero, se muestran esas alternativas tecnológicas planteadas y el resultado de la evaluación realizada por CGR, y luego se describen comentarios del equipo JICA. En cuanto a las alternativas G y H, simplemente se tratan de una clasificación de residuos sólidos y no traían ningún dato técnico, por eso no se pudo adelantar análisis por parte del Equipo de la Misión de JICA. Al final de este informe se anexa la información sobre los sitios Web de algunas empresas proveedoras de esas alternativas.

Cuadro 4-25: Lista de las alternativas tecnológicas estudiadas por CGR

No.	Alternativa propuesta	Fabricante	Contenido de la propuesta
Alternativa A	Producción de diésel sintético	Alphakat	Se produce el diésel sintético utilizando un catalizador.
Alternativa B.	Generación de energía eléctrica desde los residuos sólidos	Estech USA	En el pre-tratamiento se utiliza autoclave <sup>1</sup> y luego se queman los residuos.
Alternativa C.		EKO Techology SRL	Después de la digestión anaeróbica se realiza la gasificación de pirolisis. Usando los gases calientes que salen en el momento de incineración de residuos, se genera la energía.
Alternativa D.		Zorg	Se utiliza un biodigestor para producir el biogás a través de la biodigestión anaeróbica. El biogás se utiliza para generar la energía.
Alternativa E.		Refuse Delivered Fuel (RDF E4)	Con una nanotecnología se realiza el tratamiento de residuos orgánicos para generar briquetas, las cuales se venden como combustibles para calderas.
Alternativa F.		BMH Technology	Se trituran los residuos por un triturador desarrollado para los residuos urbanos y se realiza una separación mecánica para recuperar recursos reciclables. Los materiales que se quedan se trituran en tamaños pequeños y se venden como combustible RDF.
Alternativa G.	Clasificación	Matec	Se plantea solamente la separación mecánica.
Alternativa H.		EQR	Se plantea solamente la separación mecánica.

<sup>1</sup> El autoclave que se plantea aquí parece ser un equipo de disposición de residuos a alta temperatura y presión. En el documento de planteamiento, se utilizan muchas veces los términos como “esterilización” o “desinfección” como para destacar este tipo de funciones, pero se recomienda confirmar dichas funciones reales al fabricante.

#### **4.5.2 Resultado de la evaluación realizada por CGR sobre las alternativas tecnológicas**

CCG estableció varios aspectos para evaluar las alternativas tecnológicas presentadas y las calificaciones sobre cada aspecto son numéricas de 0 a 10. Cuando se cumple el objetivo se da 10 puntos y cuando no se cumpla nada se da 0 puntos. En caso de que no sea un proyecto rentable, se queda descalificada la propuesta correspondiente.

Según el resultado de esta evaluación, entre las 8 propuestas presentadas para aprovechar hasta el 20% de los residuos sólidos ingresados en el Relleno Sanitario Doña Juana, la propuesta más viable es la producción de biodiesel planteada por Alphakat de Alemania, seguida por la de Zorg de Suiza y RDF E4, y se definirá la alternativa más adecuada según el estudio detallado que se adelantará de aquí en adelante.

Cuadro 4-26: Resultado de la evaluación realizada por CGR sobre las alternativas tecnológicas

Aspecto	Peso específico	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		Alternativa D		Alternativa E		Alternativa F		Alternativa G		Alternativa H	
		Obtención de Biodiesel		Estech USA		EKO Technology		Zorg		Refuse Delivered Fuel (RDF E4)		BMH Technology		Matec		Separación	
		Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje	Calific.	Puntaje
Que el aprovechamiento aumente la vida útil del relleno	9	6	54	3.6	32,4	5	45	7	63	5	45	4,1	36,9	2	18	2,5	22,5
Que el producto final tenga calidad 1ª	9	10	90	10	90	10	90	10	90	8	72	3	27	1	9	1	9
Que el producto final pueda comercializar fácilmente	9	10	90	6	54	6	54	2	18	6	54	1	9	2	18	2	18
Que el proceso y sus productos cumplan con la normativa ambiental vigente.	8	10	80	10	80	10	80	7	56	10	80	10	80	4	32	4	32
Que el proceso no exponga a los trabajadores a riesgos para la salud	7	10	70	10	70	10	70	6	42	10	70	10	70	1	7	1	7
Que los equipos ocupen el menor espacio posible dentro del relleno	9	6	54	7	63	1	9	1	9	6	54	6	54	6	54	6	54
Que el proyecto sea rentable	10	10	100	0	0	0	0	5,66	56,59	2,84	28,37	0	0	0,32	3,2193	0,13	1,2576
Que el proveedor tenga 2 casos similares exitosos implementados	8	10	80	7	56	6	48	10	80	4	32	3	24	4	32	0	0
Que los equipos tengan modularidad y movilidad	8	10	80	8	64	7	56	10	80	4	32	5	40	4	32	5	40
Que los costos de operación no sean altos	7	4	28	7	49	5	35	7	49	4,5	31,5	3,5	24,5	4,5	31,5	5	35
Que el período de montaje no sea largo	5	10	60	3	18	3	18	8	49	4,5	27	4,5	27	5	30	5	30
Total			698		0		0		494,59		467,37		0		205,22		153,76



### **4.5.3 Análisis realizado por el Equipo de la Misión de JICA sobre las alternativas tecnológicas propuestas**

#### **4.5.3.1 Cuadro de comparación de las alternativas tecnológicas planteadas**

Con base el informe de CGR, el Equipo de la Misión de JICA elaboró un cuadro de comparación de las alternativas tecnológicas A a F. En el cuadro 1.3 se muestra ese resultado.

Según este cuadro se sabe que esta vez cada fabricante plantea y explica sobre su tecnología estableciendo las condiciones de diseño. Por lo tanto, como el tipo de residuos objeto de disposición y la capacidad de instalación (capacidad de tratamiento) varía según el fabricante, no se puede compararlas fácilmente.

Para evaluar (comparar) alternativas tecnológicas, es fundamental aclarar las condiciones del diseño, tales como el tipo de residuos objeto de tratamiento, la capacidad de tratamiento necesaria, y algunas condiciones de instalación (el sitio, las condiciones de la infraestructura, etc.). Así por primera vez se puede realizar una evaluación acertada sobre el costo de construcción y el costo de operación.

Si se define el sistema del manejo de residuos sólidos por parte de UAESP y se establece el flujo de residuos sólidos para el futuro, se podrá definir el tipo y el volumen de los residuos que se puedan aprovechar en Diña Juana. Se recomienda solicitar a cada fabricante nuevo planteamiento en ese momento, estableciendo condiciones de diseño y si es posible solicitar el diseño de instalación con base en la tecnología planteada.

4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

Cuadro 4-27: Comparación de las alternativas tecnológicas que se puedan aplicar al relleno sanitario Doña Juana

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
	Generación de Energía					
Tecnología Planteada	<p>Alternativa A</p> <p>Biodiesel</p> <p>ALPHAKAT</p> <p>Se produce el diésel sintético utilizando un catalizador. Detalle: Se plantea su propia técnica KDV (diésel producido por el catalizador de intercambio iónico a baja temperatura).</p>	<p>Alternativa B</p> <p>ESTECH USA</p> <p>En el pre-tratamiento se utiliza autoclave y luego se queman los residuos. Detalle: Esta alternativa se consiste en el ciclo de fibra (proceso de producción de fibras de residuos), que se basa en el uso de vapor para esterilizar y convertir residuos sólidos en fibras</p>	<p>Alternativa C</p> <p>EKO Technology</p> <p>Después de la digestión anaeróbica se realiza la gasificación de pirólisis. Usando los gases calientes que salen en el momento de incineración de residuos, se genera la energía.</p>	<p>Alternativa D</p> <p>ZORG</p> <p>Se genera el biogás (gas metano) a través de la biogestión anaeróbica. Detalle: Plantea la obtención de biogás a partir de biodegradación anaeróbica en el biodigestor, para generar energía.</p>	<p>Alternativa E</p> <p>Refuse Delivered Fuel (RDF E4)</p> <p>Generación de energía eléctrica con combustible sólido RDFE4 Detalle: Con una nanotecnología se realiza el tratamiento de residuos orgánicos para generar briquetas, las cuales se venden como combustibles para calderas.</p>	<p>Alternativa F</p> <p>BMH Technology</p> <p>Obtención de combustible sólido RDF Detalle: Se trituran los residuos por un triturador desarrollado para los residuos urbanos y se realiza una separación mecánica para recuperar recursos reciclables. Los materiales que se quedan se trituran en tamaños pequeños y se venden como combustible RDF.</p>
Residuos sólidos objeto	<p>Aceites residuales, residuos de papeles, residuos orgánicos, plantas o residuos sólidos urbanos → pueden ser sólidos o líquidos. ⇒ En el pre-tratamiento es necesario reducir la humedad de los residuos a menos de 12% y convertirlos en pedazos pequeños de 1cm de largo y ancho y 5mm de grosor. Por eso se requiere la fuente de calor para el secado y el motor para la trituración.</p>	<p>Los residuos que se pueden ingresar en el autoclave (se excluyen electrodomésticos, cilindros de gas, andamios, tapetes, etc.)</p>	<p>Se separan los cuerpos extraños voluminosos.</p>	<p>Todos los residuos orgánicos (basura de cocina, restos vegetales y animales, aguas servidas, aserrines y virutas, bosta y excrementos)</p>	<p>Residuos sólidos urbanos excepto partículas de metales, vidrios y PVC (materia orgánica, plásticos, papeles, cueros y maderas)</p>	<p>• No está especificado el tipo de residuos que aprovechar, solamente dice que se eliminan los metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, minerales y los materiales inertes como la materia orgánica húmeda y el plástico duro de PVC.  • El producto final es un combustible SRF estandarizado de alta calidad que está compuesto principalmente de</p>

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
	Generación de Energía					
	Biodiesel					
	ALPHAKAT	ESTECH USA	EKO Technology	ZORG	Refuse Delivered Fuel (RDF E4)	BMH Technology
Volumen de tratamiento	<p>⇒ Es necesario confirmar el volumen de tratamiento planteado (el valor del diseño).</p> <p>En el documento de planteamiento, el fabricante plantea instalar dos generadores con diésel (cada uno 500kW) para una planta de KDV1000.</p>	<p>La capacidad de tratamiento es de 2.160 toneladas/día (90 toneladas/hora)</p>	<p>La capacidad de la planta de selección es de 1.479,45 Ton/día (70 ton/hora x 2 líneas)</p> <p>La capacidad del proceso de digestión anaeróbica es de 1.014 Ton/día (dos digestores).</p>	<p>La capacidad de tratamiento es de 600 Ton/día x 2 líneas.</p>	<p>Aprovechando del 3% al 17% de los residuos que ingresan al RS Doña Juana se generan un subproducto llamado briquetas 200 Ton/día.</p> <p>En el documento dice que ocuparía una superficie de 10.000 m<sup>2</sup> para la planta de 1.000 Ton/día.</p>	<p>La capacidad de una trituradora: 1.000 Ton/día (50-80 Ton/Hora)</p> <p>plástico, cartón y textiles.</p>
Instalaciones principales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pre-tratamiento (proceso de separación o secado de los residuos introducidos) → proceso de slurring</li> <li>Planta de tratamiento de cenizas (tratamiento de minerales separados)</li> <li>Reactor KDV (para producir el diésel)</li> <li>Equipos de generación de energía</li> <li>Hidro-desulfurización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Módulo para la recepción de residuos</li> <li>Instalación para el procesamiento de residuos</li> <li>Separación de materiales esterilizados</li> <li>Instalación para la generación de energía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación y selección</li> <li>Digestión anaeróbica</li> <li>Prolisis y gasificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso de separación</li> <li>biodigestor</li> <li>Instalación para la generación de energía a partir del biogás</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recepción y clasificación de residuos sólidos</li> <li>Tratamiento de residuos orgánicos y los alimentos</li> <li>Producción y formación de briqueta RDF</li> <li>Generación de energía (20MW)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Primera trituradora (80mm)</li> <li>Segunda trituradora (25mm)</li> <li>Bandas transportadoras</li> <li>Imanes</li> <li>Separador de aluminio</li> </ul>
Resumen del proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se circula un líquido de 400°C</li> <li>El elemento principal es un catalizador que sirva de separador.</li> </ul> <p>⇒ El catalizador se usa para</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Módulo de recepción: 90 t/hora</li> <li>2 autoclaves rotatorios a una velocidad de 10 revoluciones por minuto y con una capacidad de 10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación y selección de residuos: Se eliminan los cuerpos grandes, se homogenea con un triturador que rompe las bolsas y se separan de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separar residuos orgánicos de residuos reciclables.</li> <li>Se venden los residuos reciclables separados.</li> <li>Los residuos orgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el proceso de pre-tratamiento, se eliminan por completo el proceso de descomposición, fermentación y la</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos pasan el primer proceso de trituración.</li> <li>Se separan los metales ferrosos y otros materiales no adecuados</li> </ul>

4.5 Consideración de Tecnología Alternativa

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
	Biodiesel	Generación de Energía				
	ALPHAKAT	ESTECH USA	EKO Technology	ZORG	Refuse Delivered Fuel (RDF E4)	BMH Technology
	la conversión catalítica de los materiales de la entrada en vapor de fuel oil sintético ligero y El uso de los efectos catalíticos especiales crea la reducción de las moléculas largas del hidrocarburo. <ul style="list-style-type: none"> <li>La entrada de la energía necesaria para producir el proceso térmico en el reactor es mínimo 450KW.</li> </ul>	toneladas por hora cada uno. <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificador vibratorio de aire, separador de metales, separador de aluminios</li> <li>Área de generación de energía: 1 quemador/gasificador, 1 turbina de aire comprimido, 1 generador de gas recuperado con capacidad de 6,7MW</li> </ul>	acuerdo a su tamaño con una malla. <ul style="list-style-type: none"> <li>Digestión anaeróbica: Temperatura del tanque de mezcla: 55 °C</li> <li>Primer digestor: con una duración de 3 días 3 días, hidrólisis y acidogenesis.</li> <li>Segundo digestor: acetogenesis y metanogenesis</li> <li>Pirólisis</li> </ul>	se introducen en un biodigestor. ⇒ En el documento dice que se requiere 3 días para la biodigestión. Es necesario confirmarlo. <ul style="list-style-type: none"> <li>Con el biogás obtenido se genera la energía.</li> </ul>	formación de gas metano, gracias a la utilización de una solución nanotecnológica. <ul style="list-style-type: none"> <li>Se producen y se forman las briquetas RDF.</li> <li>Aprovechando el calor que se genera en la combustión de las briquetas se genera la energía.</li> </ul>	y luego se Trituran para producir RDF.
Área necesaria	Aproximadamente 25.000 m <sup>2</sup>	16.400 m <sup>2</sup>	300.000 m <sup>2</sup> (⇒ Se debe confirmar este cálculo, porque se requerirá 500m de largo y 500m de ancho como mínimo)	No está especificado ⇒ Se requerirá un espacio grande para el biodigestor.	10.000 m <sup>2</sup> (cuando la planta es de 1.000 Ton/día)	6.000 m <sup>2</sup> (residuos sólidos urbanos 1.000 Ton/día) TYRANNOSAURUS
Período de la obra	8 meses	22 meses	24 meses	No está especificado	12 meses	14 meses
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se genera el diésel con características del aceite ligero. El diésel generado se puede consumir sin pasar por otro proceso.</li> <li>Los residuos se convierten en un combustible con alto valor, mientras el precio del crudo se mantiene en alza.</li> <li>Produce su propia energía de autoconsumo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es automatizado en su mayor parte.</li> <li>Maximiza la clasificación de residuos.</li> <li>Produce su propia energía de autoconsumo</li> <li>Produce energía limpia.</li> <li>Es ambientalmente sostenible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control de las emisiones de polvo y olor e impacto acústico.</li> <li>Se genera energía limpia.</li> <li>Aceptable coste de inversión y e gestión.</li> <li>Facilidad de montaje y arranque.</li> <li>Facilidad de instalación en módulos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generación de mano de obra y venta de materiales reciclables</li> <li>Autoabastecimiento energético del relleno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovecha el 83% de los residuos potenciales</li> <li>No genera ningún tipo de residuos.</li> <li>Incrementa la vida útil de RSDJ.</li> <li>Cero emisiones contaminantes, lo que traduce en un impacto ambiental positivo.</li> <li>Genera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No requiere mucha mano de obra.</li> <li>Menor consumo de energía.</li> <li>Menos espacio necesario.</li> <li>Menor gasto de inversión.</li> <li>Menor gastos de funcionamiento por tonelada.</li> </ul>

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

		Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
		Generación de Energía					
		Biodiesel					
		ALPHAKAT	ESTECH USA	EKO Technology	ZORG	Refuse Delivered Fuel (RDF E4)	BMH Technology
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es ambientalmente sostenible</li> <li>No es un proceso intensivo en mano de obra y genera 42 empleos directos.</li> <li>Las cenizas que se generan en el proceso se pueden aprovechar como abono a la plantación del relleno sanitario.</li> <li>Se puede aprovechar el 100% de los recursos con valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solamente se aprovecha el 36,7% de los residuos ingresados en el RS.</li> <li>Se requiere una subestación adicional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El tamaño de la planta es muy grande y ocupa mucho espacio en el relleno.</li> <li>La inversión es muy alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Altos requerimientos de área para su implementación.</li> <li>Contractualmente no se puede vender la energía producida a partir del biogás.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alto costo de inversión.</li> <li>El poder calorífico de las briquetas está sobrestimado.</li> <li>Actualmente en Colombia no existe un mercado para las briquetas.</li> <li>Malas referencias del proponente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>aproximadamente 200 empleos directos.</li> <li>Podría generar ingresos adicionales del margen de 22 millones de dólares por concepto de obtención de bonos de CO2.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mantenimiento mínimo.</li> <li>Mayor fiabilidad durante el funcionamiento.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>El proyecto podría tener unos ingresos adicionales de 13.039,00 millones de dólares gracias a los bonos de CO2.</li> <li>Se genera agua purificada que puede ser usada dentro del relleno.</li> <li>La planta genera y se autoabastece de energía para su funcionamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El RDF es un combustible sólido de bajo poder calorífico (3.300Kcal/Kg).</li> <li>A pesar de tener un amplio mercado en Europa, a nivel nacional este producto no es comercializable por lo que su producción en Colombia no generaría ingresos en el corto plazo.</li> <li>En vista de que el producto no se puede vender, para que el proyecto nos genere ingresos, se tendría que incurrir en costos</li> </ul>			

4.5 Consideración de Tecnología Alternativa

Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
Generación de Energía					
Biodiesel					
ALPHAKAT	ESTECH USA	EKO Technology	ZORG	Refuse Delivered Fuel (RDF E4)	BMH Technology
URL (Uniform Resource Locator)	No se ha obtenido.	No se ha obtenido.	<a href="http://zorg-biogas.com/about?lang=en">http://zorg-biogas.com/about?lang=en</a>	<a href="http://www.einforma.com/servlet/app/prod/DATOS_DE/EMPRESA/REFUSED/DELIVERED-FUEL-SOCIEDAD-LIMITADA.-C_QJA_yNDgzMTM5_de-ALBACETE.html">http://www.einforma.com/servlet/app/prod/DATOS_DE/EMPRESA/REFUSED/DELIVERED-FUEL-SOCIEDAD-LIMITADA.-C_QJA_yNDgzMTM5_de-ALBACETE.html</a>	adicionales implementando una planta para generar energía, a partir de la combustión del RDF.
	<a href="http://alphakat.co/about_recycling.html#company">http://alphakat.co/about_recycling.html#company</a>				<a href="http://www.bmh.fi/">http://www.bmh.fi/</a>

#### 4.5.3.2 Comentarios del Equipo de la Misión de JICA sobre las alternativas tecnológicas propuestas

En el cuadro 4 se muestran los comentarios del Equipo de la Misión de JICA sobre cada alternativa tecnológica propuesta:

A continuación se describen principales comentarios sobre cada alternativa tecnológica propuesta, pero el detalle se muestra en el cuadro.

- Propuesta A: Se debe confirmar datos reales del sistema KDV que está funcionando durante un período largo. Antes de implementar esta tecnología, se recomienda comprobar el comportamiento a través de una planta piloto de pequeña escala y luego expandirla a la escala necesaria.
- Propuesta B: Esta propuesta se consiste en el uso de un autoclave para tratar residuos orgánicos a alta temperatura y presión. Los residuos tratados en el autoclave se vuelve en fibras secas y se pueden aprovechar como combustible. Sin embargo, esta tecnología no es una tecnología madurada y se requiere observar su evolución un poco más. Antes de implementar esta tecnología, se recomienda comprobar el comportamiento de la tecnología a través de una planta piloto de pequeña escala y luego expandirla a la escala necesaria.
- Propuesta C: No está clara la relación entre la instalación de digestión anaeróbica y la instalación de gasificación. Es necesario confirmar cuál de ellas va a ser la instalación principal.
- Propuesta D: La tecnología de fermentación de metano en un biodigestor es una tecnología que se ha difundido desde hace tiempo. Sin embargo, el tiempo de digestión que se muestra en la propuesta es bastante corto comparando con el tiempo normal que se demora, por lo tanto será necesario confirmarlo.
- Propuesta E: Hay que entender bien la nanotecnología que se plantea aquí como propia. Para ello, es necesario confirmar datos reales de un sistema que está funcionando durante un período largo. Antes de implementar esta tecnología, se recomienda comprobar el comportamiento a través de una planta piloto de pequeña escala y luego expandirla a la escala necesaria.
- Propuesta F: Excepto la trituradora, que es su propia tecnología, la propuesta está conformada por los equipos ya difundidos. Es necesario estudiar sobre el destino de venta de RDF, que es el producto final.

4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

Cuadro 4-28: Comentarios del Equipo JICA sobre las alternativas tecnológicas propuestas

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Alternativa D	Alternativa E	Alternativa F
	Generación de Energía					
	Biodiesel					
	ALPHA KAT					
Principales aspectos de cada alternativa planteada	Es necesario entender bien sobre el sistema KDV. Para ello, se debe confirmar datos reales del sistema KDV que está funcionando durante un periodo largo. Antes de implementar esta tecnología, se recomienda comprobar el comportamiento a través de una planta piloto de pequeña escala y luego expandirla a la escala necesaria.	ESTECH USA  Se tratan los residuos ingresados en un autoclave y luego se queman.	EKO Technology  No está claro la relación entre la instalación de digestión anaeróbica y la instalación de gasificación. Es necesario confirmar cuál de ellas va a ser la instalación principal.	ZORG  La tecnología de fermentación de metano en un biodigestor es una tecnología que se ha difundido desde hace tiempo. Sin embargo, el tiempo de digestión que se muestra en la propuesta es bastante corto comparando con el tiempo normal que se demora, por lo tanto será necesario confirmarlo.	Refuse Delivered Fuel (RDF E4)  Hay que entender bien la nanotecnología que se plantea aquí como propia. Para ello, es necesario confirmar datos reales de un sistema que está funcionando durante un periodo largo. Antes de implementar esta tecnología, se recomienda comprobar el comportamiento a través de una planta piloto de pequeña escala y luego expandirla a la escala necesaria.	BMH Technology  Excepto la trituradora, que es su propia tecnología, la propuesta está conformada por los equipos ya difundidos. Es necesario estudiar sobre el destino de venta de RDF, que es el producto final.
Comentarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se puede entender bien el panorama del proceso.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Están planteados diferentes tipos de residuos como objeto de tratamiento, para eso se requiere una instalación compleja de pre-tratamiento. Es necesario estudiar con prudencia si funcionaría sin problema.</li> <li>Es mejor limitar tipo de residuos que se tratan.</li> <li>Se añade un catalizador</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El autoclave que se plantea aquí parece ser un equipo de disposición de residuos a alta temperatura y presión. En el documento de planteamiento, se utilizan muchas veces los términos como "esterilización" o "desinfección" como para destacar este tipo de funciones, pero se recomienda confirmar dichas funciones reales al fabricante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explica la instalación de digestión anaeróbica y la instalación de gasificación como una serie, pero no está muy clara la relación entre estos dos métodos.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Es mejor aplicar estas dos tecnologías separadamente sobre diferentes tipos de residuos. Por ejemplo, para la digestión anaeróbica se introducen los residuos de alimentos y para la gasificación se introducen otros residuos inflamables.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se explica que se podría aplicar a todos los residuos orgánicos, pero será más fácil la gestión de instalación si se limitan los tipos de residuos que se introducen.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Es necesario confirmar el resultado del agitador mecánico, que es el principal equipo.</li> <li>El proceso de pre-tratamiento ocupa una posición importante, por eso, es necesario confirmar su</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el pre-tratamiento se aplica la selección manual. Pero como se tratan de los residuos sólidos urbanos en general, y es necesario eliminar materiales no aptos para RDF para evitar el taponamiento del equipo del proceso posterior, se debe estudiar posibilidad de introducir la clasificación de mecánica.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Como los residuos de alimentos contiene alta</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BMH es un fabricante de trituradoras por lo tanto plantea una instalación que tiene como componente principal unas trituradoras. El producto final RDF se puede utilizar como combustible en planta de cemento, etc.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Se trata de una instalación de clasificación grande cuya capacidad es de 1.000 Ton/día. Se plantea la operación de 24 horas pero es necesario confirmar</li> </ul> </li> </ul>



#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

	<p>pero se debe confirmar su funcionamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La instalación de generación de energía tiene una estructura general que no tendría problema.</li> <li>Se plantea utilizar cenizas como abono para la plantación. Pero es necesario confirmar su efecto si se tratan de cenizas compuestas de minerales.</li> <li>Se explica que como no tiene chimenea, no se aplicará la norma sobre la prevención de contaminación. Pero se requiere confirmarlo ante la autoridad competente.</li> <li>Es necesario confirmar necesidad de tener un recipiente a alta temperatura y presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el planteamiento no está considerada la clasificación en la fuente, pero será necesario aplicar medidas para ella. Porque el éxito de este sistema dependerá de qué tan precisa puede realizar la clasificación.</li> <li>La capacidad de tratamiento es de 2.160 Ton/día, y es una instalación bastante grande. Es necesario confirmar el número de líneas en la instalación.</li> <li>Es necesario confirmar los datos básicos del diseño, incluyendo el número de líneas.</li> <li>Se debe confirmar el método de operación del autoclave y la capacidad de tratamiento por unidad.</li> </ul>		<p>efectividad.</p>	<p>humedad, se baja la eficiencia de la selección manual. También puede bajar la estabilidad del producto final (RDF) (se aumenta el riesgo de incendios por el calor que se genera en el proceso de fermentación durante el almacenamiento), por eso se recomienda excluirlos del objeto de tratamiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Para garantizar la estabilidad se plantea utilizar una solución nanotecnológica con el fin de evitar la descomposición, fermentación y formación de metano. Pero es necesario confirmar qué tipo de solución se trata y qué capacidad tiene.</li> <li>Se debe confirmar el método de producción de briquetas (extrusión o molde de compresión), y el tipo de ligante.</li> </ul>	<p>cuántas líneas se requieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Es mejor excluir residuos de alimentos del objeto de tratamiento. Con la eliminación de este tipo de residuos van a ser más fáciles el pre-tratamiento y el manejo y además se aumenta el poder calorífico.</li> <li>En este proceso, los residuos que se quedan después de separar recursos reciclables se convierten en RDF.</li> <li>Formando estos residuos en RDF, se producen combustibles manejables para el usuario.</li> <li>Resumen de BMH Technology: La sede está en Finlandia. Es una empresa que plantea equipos y soluciones relacionadas con el bioenergía, SRF, el reciclaje de residuos industriales. Maneja dispositivos para comprimir materiales contaminados nucleares.</li> </ul>
--	---	---	--	---------------------	---	---

### 4.5.3.3 Estudio adicional de alternativas tecnológicas

#### a. Necesidad de un estudio adicional de alternativas tecnológicas

En las alternativas tecnológicas presentadas a CGR no están muy claros los residuos sólidos objeto del tratamiento y la capacidad de instalación necesaria tampoco se ha definido. Por lo tanto todavía es muy prematuro realizar una comparación para seleccionar una alternativa.

Actualmente la Alcaldía de Bogotá estudia la posibilidad de aplicar una tecnología alternativa a los residuos orgánicos (compuestos por residuos de alimentos y otros). Entre las alternativas presentadas hay algunas que responden a esa necesidad y otras que no. Por lo tanto, se realizó un estudio adicional sobre otras tecnologías.

#### b. Residuos orgánicos que puedan ser el objeto de aprovechamiento

Los residuos orgánicos que puedan ser el objeto de aprovechamiento se generan en las siguientes fuentes:

- (1) Hogares generales
- (2) Restaurantes
- (3) Mercados
- (4) Parques y zonas verdes (pasto cortado)
- (5) Parques y zonas verdes (residuos de poda de árboles)
- (6) Distribuidores de alimentos
- (7) Plantas de alimentos

En cuanto al reciclaje de residuos orgánicos, cuanto menos material extraño esté mezclado en los residuos sólidos objeto del aprovechamiento, mejor. Los residuos de alimentos generados en plantas de alimentos y distribuidores de alimentos pueden ser objeto de reciclaje, por tener menor material extraño. Estos pueden ser tratados como recursos reciclables.

En cuanto a los residuos de poda, de corte de pasto y de mercados, es relativamente fácil evitar la mezcla de material extraño, por eso son adecuados como objeto del aprovechamiento. Por otro lado, en los residuos de alimentos que se generan en los restaurantes y los hogares en general pueden estar mezclados diferente tipo de materiales, por lo tanto se requiere una planta de reciclaje que tenga el proceso de pre-tratamiento suficiente. Sin embargo, en cuanto a los residuos generados en los hogares, tratando de reducir la mezcla de material extraño tanto en la fuente de generación (nivel individual) y como en la fuente de entrega (nivel colectivo), pueden aprovechar para la producción de compost. En cuanto a los residuos de restaurantes, a menos que se realice una instrucción exigente de la administración y que se garantice su cumplimiento, no se recomienda como objeto de aprovechamiento.

**c. Alternativas tecnológicas para el aprovechamiento de residuos orgánicos**

En caso de Bogotá, se entierran todos los residuos sólidos, menos una parte de residuos de corte de pasto y escombros. En el relleno sanitario se capta el gas metano que se genera de residuos orgánicos y se quema. El entierro directo no reduce el volumen de disposición y no contribuye en la prolongación de la vida útil del relleno sanitario.

Como alternativas tecnológicas para sustituir al entierro directo, se encuentran 1) producción de compost, 2) obtención de gas metano e 3) incineración.

En el cuadro 1-5 se muestran el resumen de estas alternativas tecnológicas, el resultado y casos reales de aplicación en el nivel territorial (en instalaciones de gran escala) en Japón. En el cuadro 1-6 se muestran el volumen de residuos finales, el costo de construcción y el costo de mantenimiento (casos reales de Japón). En el cuadro 1-7, Se muestra una comparación de diferentes métodos de compostaje de pequeña escala, para reducir la generación de residuos de alimentos en el nivel del hogar.

**d. Puntos clave para elegir la alternativa tecnológica**

A continuación se describen algunos puntos clave para elegir la alternativa tecnológica:

(1) Cuando se trata de la producción de abono o compost, es importante establecer el sistema de recolección separada de residuos orgánicos, con el fin de obtener materia prima con menos materiales extraños posibles. También es importante asegurar el destino de venta del producto final.

(2) En cuanto a la fermentación de metano, también es importante asegurar el sistema de recolección separada igual que la producción de abono o compost, para obtener la materia prima de alta calidad. También es necesario definir con anticipación el destino de venta del gas metano o la energía eléctrica que se genera, realizando contacto previo con empresas distribuidoras de gas o energía. Afortunadamente CGR ya tiene una instalación de fermentación de metano y la generación de energía en el relleno. Se recomienda obtener información necesaria y datos básicos aprovechando esas instalaciones.

(3) Como los residuos orgánicos solos tienen un poder calorífico bajo, se supone que será difícil incinerar solo los residuos orgánicos. Por eso, será necesario planear la incineración mezclado con otros residuos inflamables. Cuando se instala el equipo de generación de energía, es necesario definir tanto el destino de la venta de la energía sobrante como la compra de la energía que se requiere en la etapa de arranque. Para la construcción de la instalación de incineración se requiere una inversión inicial alta y el costo de operación también elevado. Por eso es importante estudiar bien la viabilidad financiera.

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

Cuadro 4-29: Tecnología de reciclaje de residuos de alimentos (instalaciones de gran escala)

Método	Resumen	Resultado y casos reales en Japón	Ventajas	Desventajas
1. Planta de compostaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recolectan separadamente los residuos orgánicos y se utilizan para producir compostaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se está utilizando en muchos municipios de zonas rurales.</li> <li>Es famoso el caso del municipio de Nagai de la Prefectura de Yamagata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si se realiza de gran escala, el costo de construcción y el costo de mantenimiento son menores que la incineración.</li> <li>Hay efecto de producir recursos. El efecto de reducción del volumen es alrededor del 70%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de la separación de residuos es alta, por lo tanto la recepción de residuos es compleja.</li> <li>Hay muchos productos de competencia.</li> <li>Se generan problemas como mal olor y plagas.</li> <li>Se requiere obtener el destino de uso del producto final.</li> </ul>
2. Planta de forraje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recolectan separadamente los residuos orgánicos y se utilizan para producir forraje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay caso real con residuos orgánicos residenciales.</li> <li>Hay un caso del municipio de Sapporo, Hokkaido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Si se realiza de gran escala, el costo de construcción es menor que la incineración.</li> <li>Es relativamente alta la probabilidad de la venta en el mercado.</li> <li>Hay efecto de producir recursos. El efecto de reducción del volumen es alrededor del 80%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de la separación de residuos es muy alta, por lo tanto la recepción de residuos es compleja.</li> <li>Es difícil mantener la frescura de la materia prima (se requiere la recolección diaria).</li> <li>Se genera mal olor.</li> <li>Es difícil conseguir el destino de la venta del producto final.</li> <li>El costo de mantenimiento es más alto de la planta de compostaje.</li> </ul>
3. Planta de fermentación del metano	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recolectan separadamente los residuos orgánicos y se tratan en la planta de fermentación del metano para obtener el gas metano o aprovechar el gas metano para generar la energía.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No hay caso real con residuos orgánicos.</li> <li>Es una tecnología en vía de desarrollo.</li> <li>Se realizó una prueba de gasificación del metano durante los años 2006 y 2007 por parte del municipio de Yokosuka.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No es tan exigente en cuanto a la mezcla de materiales extraños comparando con el compostaje.</li> <li>Hay efecto de producir recursos. El efecto de reducción del volumen es alrededor del 80%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es grande la inversión inicial y el costo de mantenimiento.</li> <li>Se requiere tomar medidas contra el mal olor y el tratamiento de aguas residuales.</li> <li>Hay que pensar en el uso del gas.</li> <li>Se quedan residuos finales.</li> </ul>
4. Recuperación del calor generada en la incineración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un método bastante difundido.</li> <li>Se recolectan como residuos inflamables y se incineran para recuperar el calor. La eficiencia de recuperación es baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se está utilizando en el área central de Tokio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se requiere la separación de residuos.</li> <li>El efecto de reducción del volumen es alrededor de 85% a 90%.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requiere la disposición de residuos de incineración.</li> <li>Se genera una carga ambiental grande.</li> </ul>

Fuente: "Informe del estudio sobre la disposición y el aprovechamiento de residuos orgánicos" Comité de Residuos sólidos de 7 entidades territoriales, 2000. (Está conformado por Tokio, la prefectura de Saitama, la prefectura de Chiba, la prefectura de Kanagawa, Yokohama, el municipio de Kawasaki y el municipio de Chiba. Actualmente está conformado por 9 entidades (7 mencionadas más los Municipios de Saitama y Sagamiyara).

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

Cuadro 4-30: El volumen de residuos, el costo de construcción y el costo de mantenimiento y operación (casos en Japón)

No.	Método de tratamiento	Volumen de residuos finales	Costo de construcción*1	Costo de mantenimiento*2
1	Planta de compostaje	Se generan materiales no aptos para la separación y para el tratamiento (se puede variar según el grado de recolección separada). Para disponerlos se requiere tener una instalación de incineración.	Cuando se construye solamente la instalación de compostaje: 20 a 50 millones de yenes/Ton	Costo de mantenimiento: 10.000 yenes por tonelada tratada (se excluye el costo del personal)
2	Planta de forraje	Se generan materiales no aptos para la separación y para el tratamiento (se puede variar según el grado de recolección separada). Para disponerlos se requiere tener una instalación de incineración.	Cuando se construye solamente la instalación para producir forraje: 30 millones de yenes/Ton	Costo de mantenimiento: 5.000 yenes por tonelada tratada (se excluye el costo del personal)
3	Planta de fermentación del metano	Para el volumen de los residuos objeto del tratamiento, se generan los residuos de fermentación que equivalen a una cuarta parte a cuatro quintos y el agua residual que equivale a dos tercios a la misma cantidad. Del agua residual se puede generar abono líquido y sólido. Si no se puede obtener el destino de venta (uso) se requerirá realizar la disposición como la incineración. Se generan materiales no aptos para la fermentación, residuos del pre-tratamiento y residuos de fermentación (cuando no se aprovechan).	Cuando se construye solamente la instalación del metano: 30 millones de yenes/Ton	Costo de mantenimiento: 11.000 yenes por tonelada tratada (se excluye el costo del personal)
4-1	Recuperación del calor (incinerador tipo Stoker)	Para el volumen de los residuos objeto del tratamiento se generan una décima parte de ceniza de incineración y cenizas volantes.	40 a 50 millones de yenes/Ton	Costo de servicios: 3.000 a 5.000 yenes por tonelada tratada Costo de reparación periódica: 1 a 3% del costo de construcción/año
4-2	Recuperación del calor (Incinerador del lecho fluidizado)	Para el volumen de los residuos objeto del tratamiento se generan una décima parte de ceniza de incineración y cenizas volantes. El volumen de las cenizas volantes que se generan es mayor que el incinerador tipo Stoker.	40 a 50 millones de yenes/Ton	Costo de servicios: 3.000 a 5.000 yenes por tonelada tratada Costo de reparación periódica: 1 a 3% del costo de construcción/año

Fuente: Plan Maestro de Ordenamiento de Instalación de Tratamiento de Residuos y Lodos Residuales del Área Amplia, 2007 Asociación de Asuntos Administrativos de Hokutan (Prefectura de Hyogo).

\*1, \*2 : Se muestran el costo de construcción y el costo de mantenimiento en Japón.

Cuadro 4-31: Tecnología de Compostaje de Residuos de Alimentos (pequeña escala)

Método	Resumen	Resultado y casos reales en Japón	Ventajas	Desventajas
1. Compostaje (En casas y conjuntos residenciales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diferentes métodos de compostaje que se realizan en el nivel individual (Con EM, en cajas de mariscos, en cajas de cartón, lombricultivos, etc.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se tiene el resultado.</li> <li>Hay muchos casos de aplicación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de separación es relativamente alta, pero es de autocontrol que no causa problemas para la recepción en el sitio de disposición final.</li> <li>Tiene efecto grande de reducción del volumen de residuos.</li> <li>Como no hay entrega desde hogares, se evita el costo de recolección y transporte y además se puede evitar los daños causados por cuervos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requiere espacio para su instalación tales como el balcón o jardín.</li> <li>En un área donde están concentrados muchas residencias, puede generar problemas de olor y plagas.</li> <li>Solamente realizan ciudadanos sensibilizados.</li> <li>Hay límite en el uso de compost si se trata de autoconsumo.</li> </ul>
2. recipiente para compostaje (Casas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizando un recipiente para el compostaje convertir residuos orgánicos en compost.</li> <li>Hay municipios que ofrecen subsidio para la compra de dicho recipiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Está reduciendo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de separación es relativamente alta, pero es de autocontrol que no causa problemas para la recepción en el sitio de disposición final.</li> <li>Tiene efecto grande de reducción del volumen de residuos.</li> <li>Como no hay entrega desde hogares, se evita el costo de recolección y transporte y además se puede evitar los daños causados por cuervos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se requiere espacio para su instalación.</li> <li>En un área donde están concentrados muchas residencias, puede generar problemas de olor y plagas.</li> <li>Es difícil de utilizar, por lo tanto según un estudio de seguimiento, cerca de la mitad de los habitantes que obtuvieron este tipo de recipiente con la ayuda del gobierno, ya lo no están utilizando.</li> <li>Hay límite en el uso de compost si se trata de autoconsumo.</li> <li>Solamente se puede utilizar en casas individuales.</li> </ul>
3. Aparato de disposición eléctrica de residuos orgánicos (casas y conjuntos residenciales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se trata de la disposición eléctrica de desechos orgánicos en casas individuales y conjuntos residenciales.</li> <li>Hay dispositivos con el objetivo de reducir el volumen de los residuos sólidos que se recolectan (tipo secador y tipo eliminador)</li> <li>Hay dispositivos para aprovechar residuos orgánicos (compostaje).</li> <li>La gente compra para evitar la generación de mal olor de residuos orgánicos más que reducir el volumen.</li> <li>Hay municipios que ofrecen subsidio para la compra de este tipo de dispositivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Últimamente está aumentando el número de la venta.</li> <li>Hay dispositivos económicos en grandes cadenas comerciales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de separación es relativamente alta, pero es de autocontrol que no causa problemas para la recepción en el sitio de disposición final.</li> <li>Tiene efecto grande de reducción del volumen de residuos.</li> <li>Se puede instalar en el interior de la casa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El costo inicial es alto.</li> <li>Hay límite en el uso de compost si se trata de autoconsumo.</li> <li>Como se utiliza la energía eléctrica, la carga ambiental es alta y el costo de operación es también alto.</li> </ul>

#### 4 Estudios en Campo y Revisión de Estudios Existentes

Método	Resumen	Resultado y casos reales en Japón	Ventajas	Desventajas
4. Sistema de triturador (está difundido en conjuntos residenciales)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se trituran los desechos orgánicos para no afectar la instalación de tratamiento de aguas negras, y se vierte junto con el agua residual de la cocina en el sistema de alcantarillado. (se requiere la autorización de la dirección de acueducto y alcantarillado)</li> <li>Los sólidos que se quedan se entregan como residuos sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Últimamente está difundiendo (principalmente en conjuntos residenciales).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La necesidad de separación es relativamente alta, pero es de autocontrol que no causa problemas para la recepción en el sitio de disposición final.</li> <li>Tiene efecto grande de reducción del volumen de residuos.</li> <li>Como no hay entrega desde hogares, se evita el costo de recolección y transporte y además se puede evitar los daños causados por cuervos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hay opiniones que dicen que este método puede bajar la sensibilización de los habitantes sobre la reducción de la generación de residuos.</li> <li>No es sistema que permita participar a todos.</li> </ul>

Fuente: "Informe del estudio sobre la disposición y el aprovechamiento de residuos orgánicos" Comité de Residuos sólidos de 7 entidades territoriales, 2000. (Está conformado por Tokio, la prefectura de Saitama, la prefectura de Chiba, la prefectura de Kanagawa, Yokohama, el municipio de Kawasaki y el municipio de Chiba. Actualmente está conformado por 9 entidades (7 mencionadas más los Municipios de Saitama y Sagamihara).

## 4.6 Opinión Pública

UAESP realizó un estudio sobre la opinión de habitantes y empresarios de Bogotá titulado “CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ D.C.” en el mes de diciembre de 2011. Este estudio tenía como objeto identificar la opinión de usuarios sobre el servicio de aseo, la cultura o el hábito de reciclaje y el grado de reconocimiento sobre residuos peligrosos. En este capítulo se revisa el resultado del estudio.

### 4.6.1 Metodología del estudio

Este Estudio de Opinión Pública se realizó en forma de encuesta para hogares generales, comercios pequeños e instituciones pequeñas. A continuación se muestra el resumen.

Cuadro 4-32: Metodología del Estudio de Opinión Pública

Categoría	Hogares generales	Comercios pequeños	Instituciones pequeñas
a) Objeto	Hogares generales: 16 localidades, 6 estratos socioeconómicos	Comercios pequeños (nota 1: comercios que generan menos de 1m <sup>3</sup> de residuos sólidos por mes) A: Comercialización de bienes y servicios B: Comercialización de alimentos y bebidas	Tipo de instituciones pequeñas: A: Educación B: Asociaciones y agremiaciones C: Vigilancia, seguridad D: Recreación E: Servicios F: Financieras G: Instituciones comunitarias H: Oficinas del gobierno
b) Número de muestras	3.990	950	169
c) Fecha de estudio	Diciembre, 2011	Diciembre, 2011	Diciembre, 2011
d) Método de estudio	Encuesta	Encuesta	Encuesta
e) Número de preguntas	9	3	8

### 4.6.2 Resultado de la revisión

#### a. Hogares generales

A continuación se muestran las preguntas de la encuesta y el resultado de la revisión de la encuesta.

#### a.1 Preguntas de la encuesta

- a) Modalidad de la vivienda
- b) Reconocimiento sobre el reciclaje



- c) Manejo de electrodomésticos
- d) Manejo de residuos peligrosos

### a.2 Revisión del resultado de la encuesta

#### a.2.1 Modalidad de viviendas

La mayoría de los hogares (94%) son hogares residenciales en que no se realiza actividades económicas.

#### a.2.2 Reconocimiento sobre el reciclaje

En Bogotá, la mayoría de sus habitantes conoce qué es el reciclaje (aquí el término de “reciclaje” significa la separación en la fuente de residuos sólidos dentro de las viviendas), pero no conoce mucho sobre el programa distrital del reciclaje (solamente el 40,84% contestó que lo conoce).

Ante la pregunta ¿Por qué razón no recicla en la vivienda?, como se muestra en la siguiente gráfica, el 27% ha contestado que no les han informado. Este resultado indica que se requiere más actividades de educación y sensibilización a las comunidades sobre la separación en la fuente.



Figura 4-3: Razones por la cual no se recicla en las viviendas encuestadas

#### a.2.3 Manejo de electrodomésticos

En cuanto al manejo de pequeños electrodomésticos que no sirven, la opción de “regalar” ocupó el mayor porcentaje de 41%, seguido de “arrojar a la basura” del 24%.

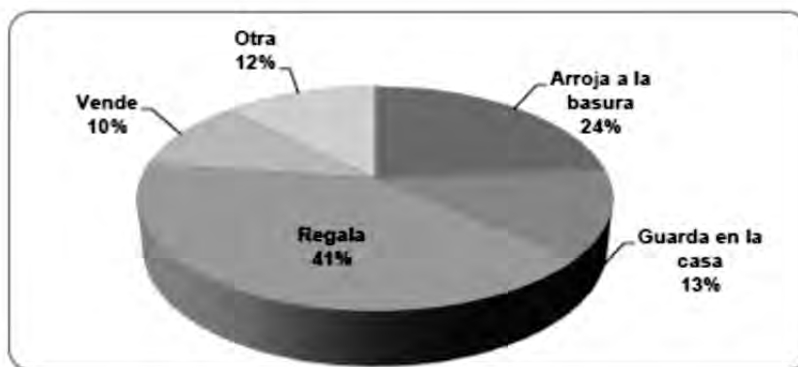


Figura 4-4: Gestión de pequeños electrodomésticos que no le sirven

En cuanto al manejo de grandes electrodomésticos que no le sirven, la suma de la opción “regalar” y la “vender” llega al 54%, lo cual indica que estos productos se reutilizan de alguna manera. La opción de “entregar a recolector informal” ocupa el 10%. Se supone que los que se venden se recuperan y los de más se desechan. La opción “arrojar a la basura” ocupa el 11%, lo cual muestra la necesidad de ofrecer el servicio de recolección de residuos sólidos voluminosos y la información oportuna.



Figura 4-5: Gestión de grandes electrodomésticos que no le sirven

#### a.2.4 Manejo de residuos peligrosos

En Bogotá, más de la mitad de los habitantes encuestados (el 57%) contestó que sabía qué es un residuo peligroso. Si miramos las respuestas sobre la pregunta “cuál se identifica como residuos peligrosos”, se puede decir que esas personas saben bien cuáles son residuos peligrosos.

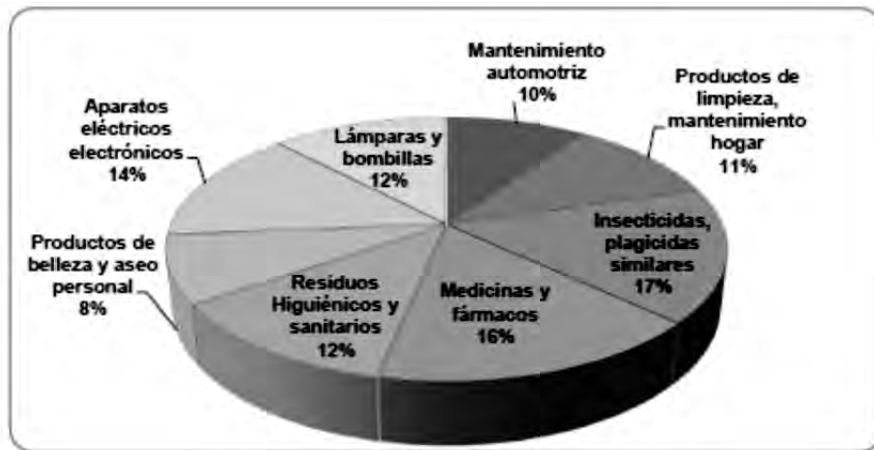


Figura 4-6: Clasificación de residuos peligrosos en las viviendas encuestadas

Por otro lado, ante la pregunta ¿cómo desecha residuos peligrosos?, como se ve en la siguiente gráfica, el 96% contestó que desecha en la basura (tanto de ordinarios como de reciclaje). Seguramente esta respuesta se debe a que en Bogotá no se ha establecido el sistema de recolección de residuos peligrosos. Por eso, se requerirá establecer el sistema de recolección de este tipo de residuos y difundir a las comunidades la información sobre la identificación y el manejo de los mismos.

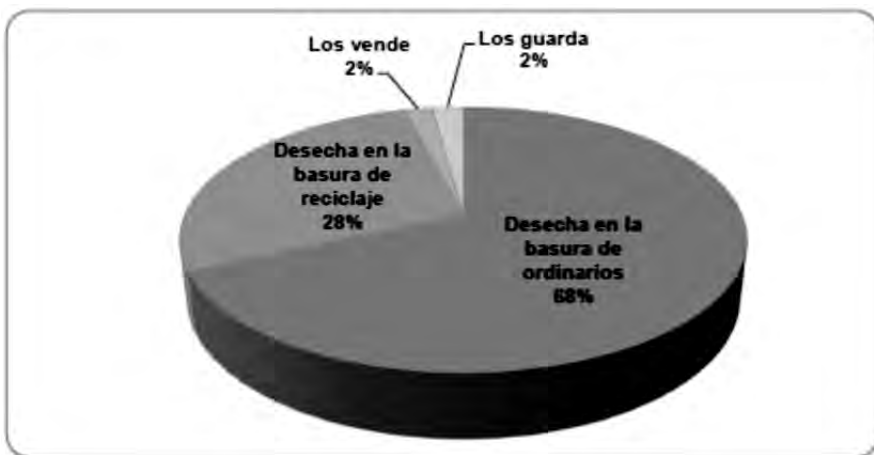


Figura 4-7: Métodos de eliminación de residuos peligrosos

#### b. Comercios pequeños

A continuación se muestran las preguntas de la encuesta que se realizó a comercios pequeños y el resultado de la revisión.

##### b.1 Preguntas de la encuesta

A establecimientos de comercio pequeños se les preguntó principalmente sobre la separación de residuos sólidos.

## b.2 Revisión del resultado

### b.2.1 Estado de separación de residuos sólidos

Ante la pregunta de si realiza la separación de residuos sólidos, la mitad tanto del tipo A como del tipo B contestó positivamente. Eso significa que en pequeños comercios se realiza la separación a cierto grado.

Ante la pregunta de cuáles son materiales que separa, como se muestra en la siguiente gráfica, se separan principalmente cartones, papeles y plásticos, lo que indica que en Bogotá se reciclan estos materiales como recursos.

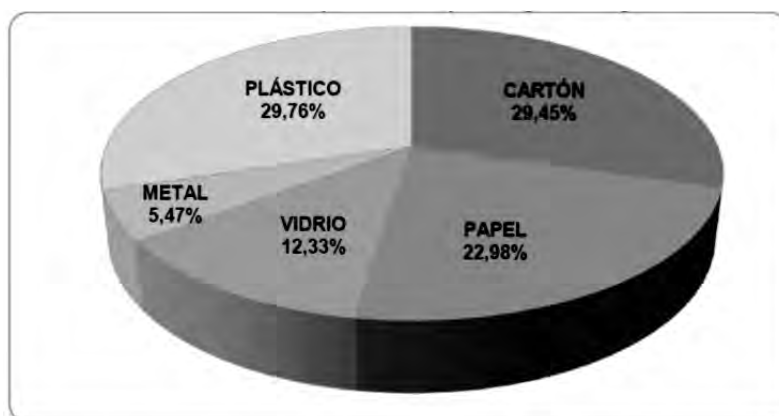


Figura 4-8: ¿Cuáles son los materiales que separa en su establecimiento?

Ante la pregunta ¿a quién entrega el material que usted separa?, en ambos tipos el porcentaje que contestó que entrega al reciclador independiente era más alto que el porcentaje que contestó “empresa de aseo”. A través de este estudio no se sabe la razón. La UAESP está adelantando el plan de inclusión en el cual organizaciones de recicladores se encargarán de recolección de recursos reciclables. Si se analiza por qué razón muchos comercios pequeños entregan residuos reciclables a recicladores independientes, pero a la vez por qué razón un porcentaje considerable los entrega a la empresa de aseo, se podrá obtener insumos útiles para el desarrollo del Plan de Inclusión.

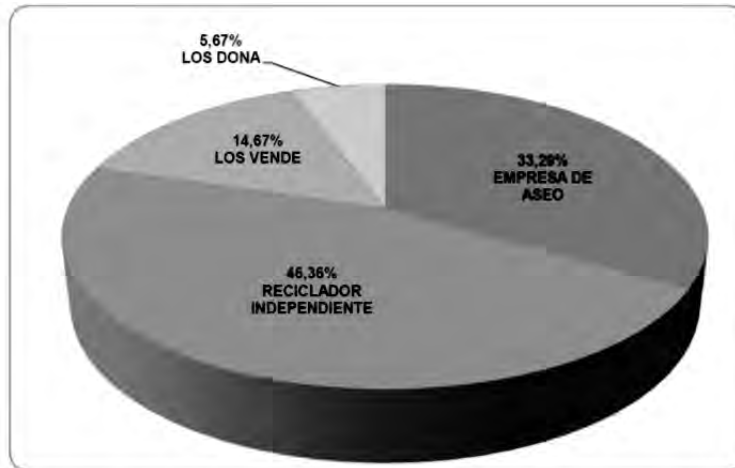


Figura 4-9: ¿A quién entrega el material que separa?

**c. Instituciones pequeñas**

A continuación se muestran las preguntas de la encuesta que se realizó a instituciones pequeñas y el resultado de la revisión.

**c.1 Preguntas de la encuesta**

A instituciones pequeñas se preguntó principalmente sobre la separación de residuos sólidos.

- a) Manejo de residuos reciclables
- b) Manejo de residuos peligrosos
- c) Frecuencia de recolección de residuos sólidos

Resumen del resultado de la Revisión

**c.2 Revisión del resultado de la encuesta**

**c.2.1 Manejo de residuos reciclables**

Como se muestra a continuación, en cuanto a los residuos reciclables, más de la mitad contestó que ya realiza alguna separación. Este porcentaje es bastante alto.



Figura 4-10: ¿Cómo desecha residuos reciclables?

### c.2.2 Manejo de residuos peligrosos

El 72% de los encuestados contestó que sí sabe qué es un residuo peligroso. A la pregunta “¿cuáles son residuos peligrosos?” contestó tal como se muestra en la siguiente gráfica, lo cual indica que tienen identificados los residuos peligrosos más o menos adecuadamente.

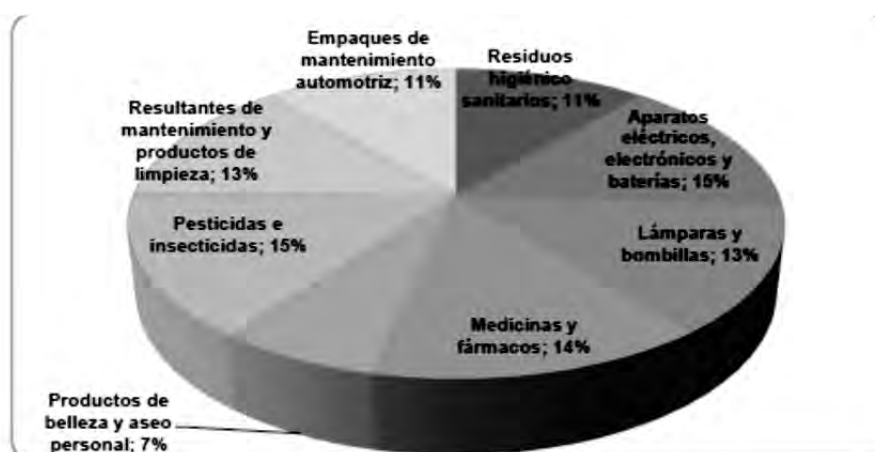


Figura 4-11: ¿Cuáles son los residuos peligrosos?

### c.2.3 Frecuencia de recolección de residuos sólidos (Pregunta 5)

En cuanto a la frecuencia de recolección de residuos sólidos en instituciones pequeñas, el 79% contestó que son tres veces por semana y el 21% restante contestó que es diario.

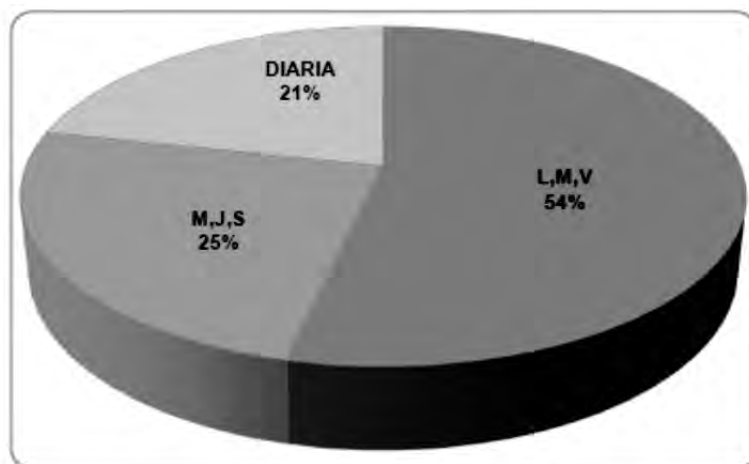


Figura 4-12: Frecuencia de la recolección de residuos sólidos en instituciones pequeñas

#### 4.6.3 Observaciones y recomendaciones

Con base en el resultado de la encuesta a la comunidad arriba mencionado, anoto algunas observaciones y recomendaciones.

- En comercios pequeños e instituciones pequeñas, ya se realiza un cierto grado de la separación de residuos reciclables. Se recomienda adelantar más esta separación.
- Se observa que se distribuyen como recursos reciclables, cartones, papeles y plásticos, por lo tanto se considera adecuado definirlos como materiales objeto de la separación.
- Se recomienda establecer un sistema de recolección de electrodomésticos y difundir a la comunidad la información de no arrojarlos junto con residuos ordinarios.
- La frecuencia principal de recolección de residuos sólidos es de 3 veces por semana. Al planear el programa de recolección separada, se puede asignar uno de tres días a la recolección de residuos reciclables.
- Se observa que en Bogotá se reconoce reciclaje como separación. Pero, la separación es una premisa para el reciclaje y no necesariamente es lo mismo. El objetivo de reciclaje es la detención del consumo de recursos y la reducción de la carga ambiental. Por eso, para difundir actividades acordes con ese objetivo en la sociedad es importante difundir el concepto de 3R. Que la comunidad comprenda correctamente la prioridad de reducir (el consumo de recursos), reusar (lo que se pueda) y reciclar (reciclar como materia prima lo que no se puede reusar) es muy importante para solucionar problemas de residuos.

# Capítulo 5

---

---

*Situación Actual de Manejo  
de Residuos Sólidos*



## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

### 5.1 Historia del Manejo de Residuos Sólidos en Bogotá D.C.

#### a. Hasta diciembre de 2012

En 1994 se expide la Ley 142 "Ley de Servicios Públicos", que permite al Estado entregar, en Concesión, a la empresa privada la prestación de los servicios públicos, siempre bajo su control y supervisión.

Acogiendo lo ordenado por el Concejo Capitalino y bajo los parámetros de la Ley 142 de 1994, la Administración Distrital después de un proceso licitatorio entrega en concesión el servicio de recolección, barrio y limpieza de áreas públicas y la disposición final de residuos sólidos. Para su supervisión, control y planeación el Alcalde Mayor crea en 1994, la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos - UESP, mediante Decreto 782.

Gracias a estas políticas la ciudad hoy cuenta con un organizado servicio que permite que en todas las zonas de la capital se realice la recolección de basuras domiciliarias tres veces a la semana en horarios predeterminados, que se efectúa a través de contratos de concesión, con los consorcios Ciudad Limpia, Lime, Aseo Capital y Atesa.

Cada consorcio tiene a su cargo unas zonas determinadas y además de la recolección tiene a su cargo el barrido de vías principales y avenidas, poda de árboles y corte de césped.

Paralelo a este servicio también se realiza la recolección de residuos sólidos a los pequeños, medianos y grandes productores de basuras, pertenecientes básicamente a los establecimientos industriales y comerciales de la ciudad.

Un relleno sanitario Doña Juana que se ubica en el sur de la ciudad hoy en día se opera por un consorcio CGR. El relleno tiene instalaciones de tratamiento de lixiviado y gas de relleno sanitario además de celdas.

De igual forma, existe la ruta hospitalaria manejada por el consorcio Ecocapital Internacional que recoge los desechos hospitalarios y similares.

(Referencia: [portel.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x\\_frame\\_detalle.php?id=40680](http://portel.bogota.gov.co/portel/libreria/php/x_frame_detalle.php?id=40680))

#### b. Desde diciembre de 2012

Dos grandes cambios se han traído a la ciudad en el sistema de servicio de recolección. Uno es la participación de una empresa pública, Aguas de Bogotá, en la prestación del servicio de Recolección, Barrido y Limpieza, RBL. La ciudad está dividida en seis (6) zonas. Aguas de

Bogotá se encarga de tres (3) áreas y otros tres (3) están cubiertas por Ciudad Limpia, Lime y Aseo Capital individualmente.

Otro cambio es dividir el servicio en la recolección de residuos ordinarios, es decir que el servicio RBL, y la recolección de Materiales Potencialmente Reciclables, MPR, por el Decreto 564 de diciembre de 2012 La anterior se opera por los concesionarios de RBL y la posterior se operará por recicladores.

Estos cambios son grandes desafíos para el gobierno local y la ciudad. Especialmente, establecer el sistema de recolección MPR requiere organizar recicladores, mejorar sus capacidades en la prestación del servicio, y sensibilizar a los ciudadanos sobre la importancia de minimización y reciclaje de residuos sólidos.

## 5.2 Flujo Actual de Residuos

### 5.2.1 Metodología de Análisis del Flujo Actual de Residuos

Para establecer el flujo actual de residuos, se tomó el siguiente método;

1. Revisar estudios realizados en Bogotá, D.C.
2. Revisar datos registrados en el Relleno Sanitario de Doña Juana, y
3. Elaborar el flujo actual de residuos teniendo en cuenta las revisiones antes mencionadas.

### 5.2.2 Revisión de Estudios Relacionados

Varios estudios sobre cantidad y composición de residuos sólidos se han llevado a cabo en los últimos años en Bogotá. Dichos estudios son los siguientes:

- UAESP, Caracterización de los residuos sólidos residenciales generados en la Ciudad de Bogotá, D.C. 2011 (Caracterización Residencial)
- UAESP, Caracterización de los residuos sólidos de establecimientos comerciales, pequeños productores<sup>1</sup>, generados en la Ciudad de Bogotá, D.C. 2011 (Caracterización Comercial)
- UAESP, Caracterización de los residuos sólidos institucionales, pequeños productores, generados en la Ciudad de Bogotá, D.C. 2011 (Caracterización Institucional)
- UESP y Universidad de los Andes, 2005, Estudio de Caracterización y Cuantificación de los Materiales Potencialmente Reciclables presentes en los Residuos Sólidos Municipales Generados en Bogotá, D.C.

#### 5.2.2.1 Caracterización Residencial, Comercial e Institucional, 2011

Los primeros tres estudios se analizaron en conjunto, ya que se pueden considerar una misma serie, llevados a cabo por las mismas personas y con la misma metodología.

##### a. Metodología General

Para la caracterización Residencial se tomaron 3.990 muestras, posteriormente, se pesaron (base húmeda) los residuos generados en cada muestra; además, se realizaron análisis físicos y químicos.

Por otra parte, para la caracterización Comercial se tomaron 950 muestras, para la caracterización Institucional se tomaron 934 muestras; en ambos casos, se realizó el mismo procedimiento que para la caracterización Residencial.

---

<sup>1</sup> El pequeño productor genera residuos sólidos de menos 1 m<sup>3</sup> por mes.

**b. Cantidad unitaria de generación****b.1 Residencial**

Según el estudio de Caracterización Residencial, el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos residenciales en Bogotá es 0,32 kg/persona/día como se muestra en el cuadro siguiente.

**Cuadro 5-1: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Residencial (Caracterización Residencial)**

Estrato Socioeconómico	cantidad unitaria (kg/persona/día)	Número de población	porcentaje de población
1	0,28	688.109	9,5%
2	0,31	2.886.445	39,8%
3	0,33	2.661.313	36,7%
4	0,35	693.738	9,6%
5	0,47	198.973	2,7%
6	0,37	130.051	1,8%
promedio/total	0,32	7.258.629	100,0%

Fuente: Caracterización Residencial, pp.17 y 25

**b.2 Comercial**

Según el estudio de Caracterización Comercial, el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos comerciales por pequeños productores es 1,36 kg/día/local, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 5-2: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Comerciales (Caracterización Comercial)**

Tipo de comercial	Cantidad unitaria (kg/día/local)	Número de locales
Comercialización de bienes y servicios	1,16	56,284
Alimentos y bebidas	1,75	
Promedio	1,36	

Fuente: Caracterización Comercial, pp. 5 y 17

**b.3 Institucional**

Según el estudio de Caracterización Institucional, el promedio de cantidad unitaria de generación de residuos sólidos institucional por pequeños productores es 0,60 kg/día/local, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5-3: Cantidad Unitaria de Generación de Residuos Sólidos Institucionales (Caracterización Institucional)

Tipo de institución	Cantidad unitaria (kg/día/local)	Número de locales (nos)
Educativo	1,23	103
Asociaciones y agremiaciones	0,08	9
Defensa y seguridad	0,89	190
Recreación	0,13	46
Servicios	0,33	222
Financiera	0,19	66
Instituciones comunitarias	0,52	134
Oficinas del gobierno	0,15	164
Promedio	0,60	934

Fuente: Caracterización Institucional, pp.4 y 16

### c. Generación Total

#### c.1 Residencial

Según el estudio de Caracterización Residencial, la generación total residencial en Bogotá es 2.349.566 kg/día (pp.42, Tabla 4.2).

#### c.2 Comercial

Según el estudio de Caracterización Comercial, la generación total de pequeños productores comerciales en Bogotá es 77.771 kg/día (pp.31, Tabla 4.1)<sup>2</sup>.

#### c.3 Institucional

Según el estudio de Caracterización Institucional, la generación total de pequeños productores institucionales en Bogotá es 560,4 kg/día, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5-4: Generación Total de Pequeños Productores Institucionales

Tipo de institución	Cantidad unitaria (kg/día/local)	Número de locales (nos)	Generación total (kg/día)
<b>Educativa</b>	<b>1,23</b>	<b>103</b>	<b>126,7</b>
Asociaciones y agremiaciones	0,08	9	0,7
Defensa y seguridad	0,89	190	169,1
Recreación	0,13	46	6
Servicios	0,33	222	73,3
Financiera	0,19	66	12,5
Instituciones comunitarias	0,52	134	69,7
Oficinas del gobierno	0,15	164	24,6
Promedio	0,60	934	560,4

Fuente: Caracterización Institucional, pp.4 y 16

<sup>2</sup> Observación: 1,36 kg/local/día de cantidad unitaria por 56.284 locales son 76.546 kg/día. Esto es una cifra similar a 77.771 kg/día, sin embargo, no es exactamente la misma.

**d. Composición**

Según los tres estudios, el porcentaje de materiales potencialmente reciclables se desglosa en 22% de residencias, 37% de comercios y 46% de instituciones, como se muestra en el siguiente cuadro. La mayor parte de los no reciclables, lo componen alimentos.

**Cuadro 5-5: Composición de Residuos Sólidos (Residencial, Comercial e Institucional)**

Unidad: %

Componente	Residencial	Comercial			Institucional	Reciclable
		A	B	Promedio		
Alimentos	60,56	28,86	70,34	46,48	27,05	No reciclable
Jardinería	0,87	5,59	0,00	3,23	8,63	No reciclable
Papel y Cartón	7,10	17,39	4,49	11,91	22,56	Reciclable
Plástico	10,45	19,10	16,11	17,83	19,15	Reciclable
Caucho y Cuero	0,42	1,43	0,20	0,91	0,23	No reciclable
Textiles	1,89	2,94	0,56	1,93	0,91	Reciclable
Madera	0,32	4,31	1,01	2,91	0,49	No reciclable
Metal	0,85	1,72	1,35	1,57	0,87	Reciclable
Vidrio	2,08	4,84	2,57	3,88	2,57	Reciclable
Cerámicos, etc.	1,19	1,91	0,12	1,15	0,24	No reciclable
Peligrosos	12,94	10,15	2,61	6,95	16,51	No reciclable
Otros	1,32	1,76	0,61	1,27	0,04	No reciclable
Total	99,99	100,00	99,97	100,02	99,25	-
Reciclable	22,37	45,99	25,08	37,12	46,06	-
No reciclable	77,62	54,01	74,89	62,90	53,19	-
Total	99,99	100,00	99,97	100,02	99,25	-

Fuente: Caracterización Residencial pp. 26 Tabla 3.2, Caracterización Comercial pp.18 Tabla 3.2, y Caracterización Institucional pp.18 Tabla 3.2

### 5.2.2.2 UESP y Universidad de los Andes, 2005, Estudio de Caracterización y Cuantificación de los Materiales Potencialmente Reciclables presentes en los Residuos Sólidos Municipales Generados en Bogotá, D.C.

#### a. Metodología General

Este estudio analizó la composición y cantidad de los residuos sólidos llevados al sitio de disposición final (RSDJ) y tomados de la fuente (hogares) entre febrero y marzo de 2005. El tamaño de muestra en el RSDJ fue de 99 y la muestra de hogares fue de 102. Las muestras para el primero se tomaron de residuos recolectados por el servicio de recolección domiciliaria y muestras para el segundo se tomaron directamente de las residencias. La

composición se clasificó en Materiales Potencialmente Reciclables (MPR) y Materiales No Reciclables.

Cuadro 5-6: Número de Muestras (Estudio de Caracterización Reciclaje)

Estrato	Número de muestras (nos)	
	Disposición final*	Hogares**
1	16	17
2	17	17
3	17	17
4	17	17
5	16	17
6	16	17
Total	99	102

\*: Una (1) vez se recolectaron los residuos para cada muestra

\*\* : Básicamente dos (2) veces se recolectaron los residuos para cada muestra

Cuadro 5-7: Categorías de Composición de los Residuos (Caracterización Reciclaje)

Materiales Potencialmente Reciclables	
Papel y cartón	a) Archivo - Libros, hojas impresas a una sola tinta negra o azul, cuadernos, revistas, papel regalo b) Envases de bebidas - Tetrapak c) Cartón - Corrugado (cartón corrugado) d) Kraft - Bolsas de cemento, azúcar, concentrados para animales e) Plegadizas - Cajas de cereal, crema dental, medicinas, chicles f) Periódico y directorios - Papel periódico limpio, no amarillento, libre de contaminantes
Vidrio	a) Envases - Blanco - Verde - Ámbar b) Cristalería - Vasos y floreros c) Luminarias - Tubos y bombillos
Metales	a) Aluminio - Latas(cerveza, gaseosa, salchichas) - Ollas, planchas, perfilería, papel y desechables de aluminio b) Cobre - Amarillo - Rojo c) Chatarra - Tejas de zinc, enlatados - Tapas de cerveza y gaseosa, colapsables (algunos tubos de crema dental) d) Baterías de carro
Plástico	a) PET. Polietilentereftalato - Envases de bebidas (gaseosa, agua, bebidas hidratantes) - Envases de medicamentos, champú, aceite de cocina - Teteros, tubos de hilo, escobas, ganchos pequeños para medias - Envases brillantes e inyectados (punto de inyección) b) PEAD. Polietileno de alta densidad - Bolsas que suenan

Materiales Potencialmente Reciclables	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canastas de gaseosa, cerveza, frutas y verduras</li> <li>- Envases de productos de aseo, contenedores fuertes</li> <li>- Platos y utensilios de cocina</li> <li>- Juguetes, galones</li> <li>c) PVC. Policloruro de vinilo               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Productos imitación cuero, aislante eléctrico</li> <li>- Tubería, suelas, tejas, perfilería, pisos, guarda escobas</li> <li>- Película para envolver alimentos y juguetes</li> <li>- Empaques de cera, crema dental</li> <li>- Tarjetas de llamadas, de crédito</li> </ul> </li> <li>d) PEBD. Polietileno de baja densidad               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bolsas que no suenan</li> <li>- Bolsas de leche, leche larga vida y agua</li> <li>- Tapas de gaseosa</li> </ul> </li> <li>e) PP. Polipropileno               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Costales</li> <li>- Desechables que no se rompen fácilmente</li> <li>- Empaque de jabón lavalozas, termos, botilitos.</li> <li>- Zunchos, canastillas de frutas, etiquetas de gaseosas y jugos.</li> <li>- Empaques de papas, galletas.</li> </ul> </li> <li>f) PS. Poliestireno               <ul style="list-style-type: none"> <li>Poliestireno cristalino                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desechables que se rompen fácilmente (vasos de yogurt)</li> <li>- Cubiertos desechables</li> <li>- Artículos escolares (escuadras, transportadores)</li> <li>- Cajas de CD</li> </ul> </li> <li>ICOPOR                   <ul style="list-style-type: none"> <li>- Artículos desechables y accesorios para protección en empaque de electrodomésticos.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>g) Otros.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Policarbonato: botellones de agua, marcos de gafas</li> <li>- Acetato: discos, radiografías</li> <li>- Nitrilo: guantes</li> </ul> </li> </ul>
Textiles	Trapos, lana e hilos.

Materiales No Reciclables
<ul style="list-style-type: none"> <li>Restos de comida</li> <li>Papel higiénico</li> <li>Papel absorbente               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Servilletas</li> <li>- Papel de cocina</li> <li>- Faciales</li> </ul> </li> <li>Pañales y elementos sanitarios</li> <li>Papel parafinado</li> <li>Papel plastificado</li> <li>Papel carbón</li> <li>Material impregnado de grasa</li> <li>Cuero</li> <li>Zapatos</li> <li>Cerámica</li> <li>Caucho</li> <li>Vidrio plano               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ventanas</li> <li>- Espejos</li> </ul> </li> <li>Pilas</li> <li>Madera</li> <li>Cajas de huevos</li> <li>Papel metalizado</li> <li>Cable coaxial</li> <li>Cajas de cigarrillos</li> </ul>



## b. Generación de Residuos Sólidos

### b.1 Generación Unitaria de Residuos Sólidos

El siguiente cuadro muestra la generación unitaria de residuos sólidos.

Cuadro 5-8: Cantidad Unitaria de Generación

Estrato	por Hogar (kg/día)	por Habitante (kg/día)
1	1,51	0,268
2	1,67	0,424
3	1,80	0,437
4	1,80	0,525
5	1,67	0,536
6	1,55	0,497

Fuente: Tabla 6.1 del estudio

### b.2 Generación de Residuos Sólidos Hogares

Según el estudio, se estima que la generación total de residuos sólidos de hogares fue 2.746 ton/día en 2005. Sin embargo, la cantidad de residuos sólidos recogidos por el servicio de recolección domiciliario que fue registrada en el Relleno Sanitario fue 3.588 ton/día. El motivo en la diferencia de los datos podría ser que el servicio recolecta no solamente residuos de hogares, sino que también los de pequeños negocios.

Cuadro 5-9: Distribución usuarios por estrato para cada ASE

Estrato	ASE 1	ASE 2	ASE 3	ASE 4	ASE 5	ASE 6	Total
1	4.852	1.087	4.766	55.644	62.064	9.416	137.829
2	84.253	47.296	24.634	62.466	128.558	156.600	503.807
3	111.523	162.906	84.580	77.084	64.630	104.660	605.383
4	77.865	33.694	90.187	2.497	216	2.066	206.525
5	60.589	271	19.072	857	15	11	80.815
6	35.017	7	29.133	17	42	15	64.231
Total	374.099	245.261	252.372	198.565	255.525	272.768	1.598.590

Fuente: Tabla 6.4 del estudio

Cuadro 5-10: Generación de Residuos Sólidos Hogares

Estrato	kg/hogar/día	Número de hogares	ton/día
1	1,51	137.829	208
2	1,67	503.807	841
3	1,80	605.383	1.090
4	1,80	206.525	372
5	1,67	80.815	135
6	1,55	64.231	100
total	-	1.598.590	2.746

Elaboración Propia

### c. Generación de Materiales Potencialmente Reciclables

#### c.1 Porcentaje de Materiales Potencialmente Reciclables

El siguiente cuadro muestra los porcentajes de materiales potencialmente reciclables (MPR) por cada estrato en el Relleno Sanitario de Doña Juana y en hogares fuentes. En promedio, porcentaje de MPR en hogares fuentes fue 24% y en Doña Juana fue 18% (fuente: en el capítulo de Conclusiones y Recomendaciones).

Es evidente que menor cantidad de MPR llegó al Relleno Sanitario. La actividad de reciclaje se reflejaría en los balances.

Cuadro 5-11: Porcentaje de Materiales Potencialmente Reciclables

Unidad: %

Estrato	RSDJ	Hogares	Balance
1	18,9	27,1	-8,2
2	16,5	15,7	0,8
3	17,9	28,2	-10,3
4	17,8	23,5	-5,7
5	20,2	30,7	-10,5
6	22,9	36,3	-13,4

Fuente: Tabla 5.1 del estudio

Cuadro 5-12: Porcentaje de MPR en fuente domiciliaria

Unidad: %

Estrato	Papel y cartón	Vidrio	Metales	Plástico	Textiles	Total
1	9,22	1,69	2,65	10,42	3,12	27,10
2	4,03	2,21	0,62	7,64	1,16	15,66
3	9,39	5,76	0,71	9,15	3,19	28,20
4	10,79	1,62	1,03	8,47	1,58	23,49
5	13,08	2,96	1,55	11,77	1,38	30,74
6	17,20	5,93	1,58	10,16	1,39	36,26

Fuente: Tabla 6.7 del estudio

#### c.2 Cantidad de Materiales Potencialmente Reciclables

La cantidad estimada de MPR que se muestra el cuadro 5-13 se encuentra mezclada en los residuos sólidos objetos del servicio de recolección domiciliaria dispuestos en el RSDJ (Relleno Sanitario de Doña Juana), mientras la cantidad estimada de MPR que se muestra en el cuadro 5-14 no está mezclada e identificada a través de un estudio de caracterización en la fuente domiciliaria. Según estos cuadros, más de 307 toneladas/día (950 toneladas/día menos 643 toneladas/día) de MPR se estaría extrayendo previo a su disposición, por actividades de reciclaje, porque en las 950 toneladas/día no se incluyen residuos comerciales ni institucionales objeto del servicio de recolección domiciliaria.

Cuadro 5-13: Estimación de la cantidad de MPR dispuesta en el RSDJ por estrato

Unidad: ton/día

Estrato	MPR	Papel	Vidrio	Metales	Plásticos	Textiles
1	58	13	5	3	24	14
2	189	28	15	13	86	48
3	244	52	28	14	117	33
4	82	19	8	5	41	9
5	37	8	5	2	17	3
6	33	10	5	3	12	3
Total	643	131	66	40	297	109

Fuente: Tabla 6.11 del estudio

Cuadro 5-14: Estimación de la cantidad de MPR en la fuente domiciliaria por estrato

Unidad: ton/día

Estrato	MPR	Papel	Vidrio	Metales	Plástico	Textiles
1	93	32	6	9	36	11
2	175	45	25	7	85	13
3	438	146	89	11	142	49
4	117	54	8	5	42	8
5	64	27	6	3	25	3
6	63	30	10	3	18	2
Total	950	334	144	38	348	86

Fuente: Tabla 6.12 del estudio

Cuadro 5-15: Estimación de la cantidad de MPR en la fuente domiciliaria por ASE

Unidad: ton/día

ASE	MPR total	Papel	Vidrio	Metales	Plástico	Textiles
1	240	93	34	9	86	18
2	154	53	28	5	53	16
3	168	67	24	6	58	13
4	117	38	17	6	44	12
5	134	41	18	7	53	13
6	138	42	24	5	54	13
Total	950	334	144	38	348	86

Fuente: Tabla 6.13 del estudio

### 5.2.3 Cantidad de Residuos Dispuestos en el Relleno Sanitario de Doña Juana

El siguiente cuadro muestra la cantidad de residuos dispuesta en el Relleno Sanitario de Doña Juana (RSDJ) en el 2011. Aproximadamente 2,3 millones de toneladas se transportó y dispuso en el RSDJ. Esto equivale a 6.300 toneladas por día.

Cuadro 5-16: Cantidad de Residuos dispuesta en el RSDJ en 2011

Unidad: ton/mes

Mes	Recolección Domiciliaria	Barrido	Corte Césped	Grandes Generadores	Plazas Mercado	Escombros mixtos	Poda Arboles	Total
1	130.614,88	12.132,57	4.549,50	13.811,89	2.223,92	25.235,54	585,70	189.154,00
2	122.818,07	11.226,71	3.078,77	12.978,85	1.903,43	23.071,66	762,48	175.839,97
3	138.176,91	13.060,75	3.418,66	14.772,80	2.163,92	25.090,10	809,73	197.492,87
4	139.398,21	12.854,35	3.612,02	13.264,90	2.331,54	28.669,25	660,80	200.791,07
5	137.880,17	12.444,64	4.520,33	14.518,29	2.222,99	25.245,86	1.213,70	198.045,98
6	130.287,84	12.247,58	3.776,31	13.901,39	2.147,71	24.886,18	978,30	188.225,31
7	127.806,58	11.011,38	2.554,17	13.293,32	1.907,79	26.680,00	840,39	184.093,63
8	134.825,88	11.760,25	2.133,69	13.973,15	1.950,10	25.947,09	926,68	191.516,84
9	129.678,22	11.074,23	2.101,63	13.740,40	1.517,46	24.937,35	977,94	184.027,23
10	135.785,29	11.624,51	2.610,62	13.969,47	1.354,56	24.674,01	957,23	190.975,69
11	141.206,74	11.200,98	3.099,83	15.062,87	1.705,46	23.866,57	708,10	196.850,55
12	149.607,65	12.590,06	4.145,95	14.369,28	2.201,16	22.052,16	695,46	205.661,72
Total	1.618.086,44	143.228,01	39.601,48	167.656,61	23.630,04	300.355,77	10.116,51	2.302.674,86
ton/día	4.433,11	392,41	108,50	459,33	64,74	822,89	27,72	6.308,70

## 5.2.4 Flujo Actual de Residuos Sólidos

### a. Cantidad de Materiales Recuperados por Actividad de Reciclaje

No existen datos de pesaje sobre la cantidad de MPR recuperada por actividades de reciclaje. Se dice que cada reciclador recolecta alrededor de 100 kg por día y el número de recicladores es más que 10.000. Por lo tanto, el Plan de Inclusión contempla que la cantidad recuperada es 1.000 ton/día.

Además, se hizo un estudio en el 2011: UAESP, CARACTERIZACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL RECICLAJE EN BOGOTÁ. El estudio elaboró el siguiente cuadro por medio de encuesta a bodegas. Según el cuadro, muchos materiales reciclables son comprados y vendidos entre las mismas bodegas. La cantidad total de materiales en compraventa es 21.445 ton/mes, la cantidad comprada de otras bodegas es 12.141 ton/mes, y la cantidad comprada de otras fuentes es 9.304 ton/mes. De estas cifras, se puede decir que la cantidad de los materiales recuperados por la actividad de reciclaje sería 10.722 toneladas al mes (21.445/2), es decir 357 toneladas al día.

Hay gran diferencia entre la cantidad que se usa en el Plan de Inclusión y la que se estima por el estudio realizado en el año 2011. La cantidad del Plan de Inclusión, 1,000 toneladas al día, equivale al 15% de 6,665 toneladas al día (la generación total) y el 19% de 5,296 toneladas al día (la generación en hogares, pequeños comerciales y grandes generadores que producen

materiales potencialmente reciclables). Estas tasas de reciclaje son considerablemente altas para una ciudad donde todavía no se realiza la separación de residuos en la fuente. Por consiguiente, como la cantidad de los materiales recuperados por la actividad actual de reciclaje en el año 2011 se tomará la cifra de 357 toneladas al día.

Cuadro 5-17: Cantidad de Materiales Manejados por Bodegas

Compra material de	Tamaño m2	Bodegas nos.	Total ton/mes	Papeles ton/mes	Metales ton/mes	Plásticos ton/mes	Vidrios ton/mes	Otros ton/mes
otras bodegas	menor 40	36	504	211	144	79	43	27
	40-79	104	916	271	218	276	86	59
	80-500	165	6.078	2.719	2.216	573	431	140
	501-2000	17	4.643	3.217	617	464	215	130
	sub total	322	12.141	6.418	3.195	1.392	775	356
las demás	menor 40	130	1.057	367	428	90	45	127
	40-79	256	2.580	1.233	723	401	170	52
	80-500	276	4.644	1.543	1.573	1.004	392	136
	501-2000	14	1.023	516	244	191	33	40
	sub total	676	9.304	3.659	2.968	1.686	640	355
Total		998	21.445	10.077	6.163	3.078	1.415	711

Fuente: Cuadro 11, UAESP, 2011, Caracterización De La Actividad Del Reciclaje En Bogotá

#### b. Flujo Actual de Residuos

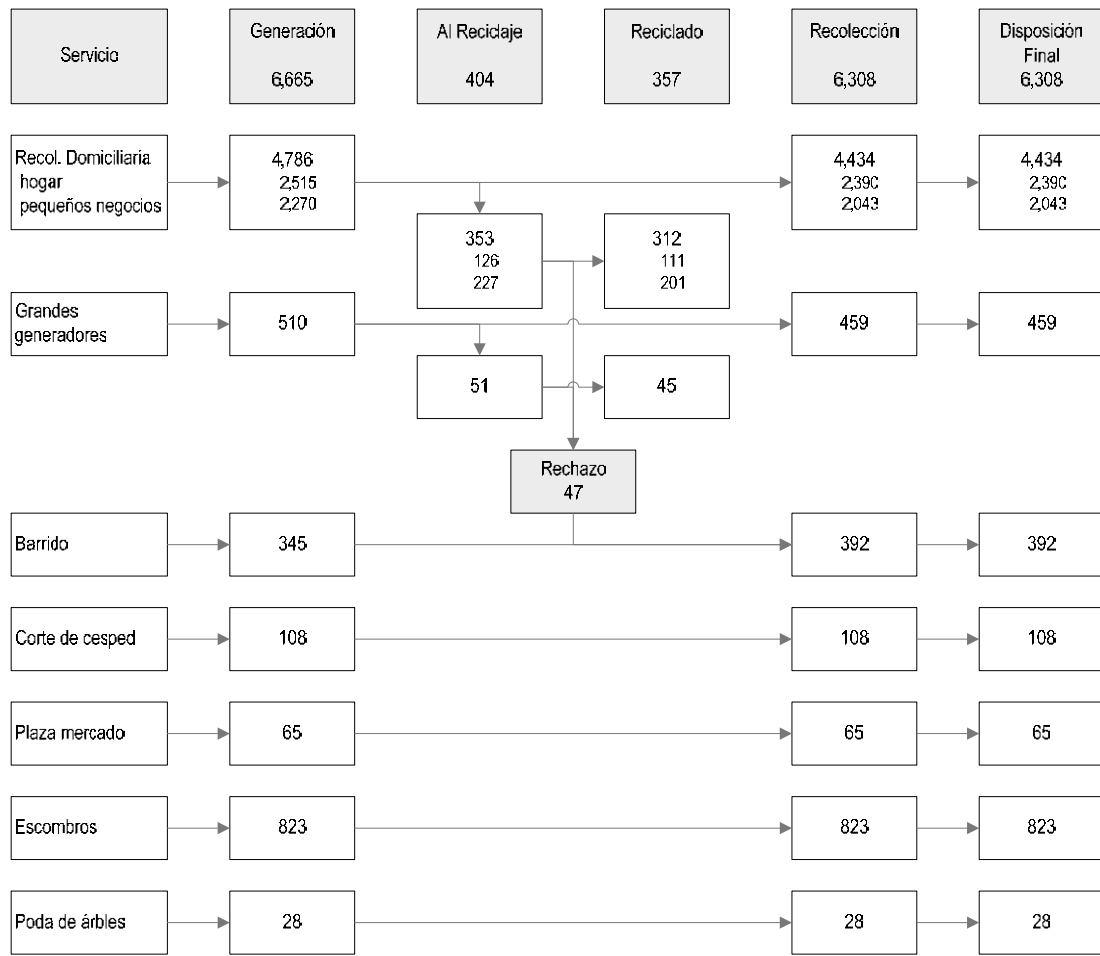
Los siguientes cuadros y figuras muestran el flujo actual de residuos en Bogotá, D.C. Las cifras de recolección y disposición final son reales y han sido registradas por la báscula en el Relleno Sanitario de Doña Juana. Las otras cifras son estimadas basadas en los estudios revisados en esta sección. La ciudad es cubierta en un 100% de servicio de recolección; por lo tanto, se supone que no hay residuos dejados en calles y espacios.

Cuadro 5-18: Flujo Actual de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. en 2011

Unidad: Toneladas/día

Servicio	Genera.	Al reciclaje	Reciclado	Rechazo	Recolección	Disposición Final
Recolección Domiciliaria	4,786	353	312	41	4,433	4,433
Hogar	2,515	126	111	15	2,390	2,390
pequeños negocios	2,270	227	201	26	2,043	2,043
Grandes Generadores	510	51	45	6	459	459
Barrido	345		0	47	392	392
Corte de césped	108		0		108	108
Plazas Mercado	65		0		65	65
Escombros mixtos	823		0		823	823
Poda Arboles	28		0		28	28
Total	6,665	404	357	-	6,308	6,308

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos



Unidad: Toneladas/día

Figura 5-1: Flujo Actual de Residuos Sólidos en Bogotá D.C. en 2011

## **5.3 Recolección, Barrido y Limpieza**

### **5.3.1 Antecedentes del Servicio de RBL**

#### **5.3.1.1 Legislación Relevante a Nivel Nacional**

Los Principios Ambientales relacionados al servicio de aseo ya son establecidos por medio de la Constitución Política de Colombia de 1991, por ejemplo, el artículo 49 cita que “La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud.” Otros artículos importantes establecidos en la misma Constitución de 1991 son los 78, 79, 80, relacionadas a los derechos colectivos y del ambiente, y el artículo 366 que corresponde a la finalidad social del estado y de los servicios públicos.

Además, el Congreso de la República, expidió la Ley 142 del 11 de julio de 1994, que establece el Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios y otras disposiciones, en conjunto con la Ley 632 del 29 de diciembre del 2000 que la modifica parcialmente. Por otra parte, el Ministerio del Medio Ambiente/Ministerio de Desarrollo Económico expidieron el Decreto 1713 del 6 de agosto de 2002 que se encarga de reglamentar la misma Ley 142 con sus modificaciones parciales; asimismo, el decreto 1140 del 7 de mayo del 2003, modifica el Decreto 1713, principalmente en relación a sistemas de almacenamiento colectivo; por otra parte el decreto 1505 del 4 de junio del 2003 modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y otras disposiciones.

Además, el 19 de diciembre del 2008, el Congreso aprobó la Ley 1259 por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental, a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.

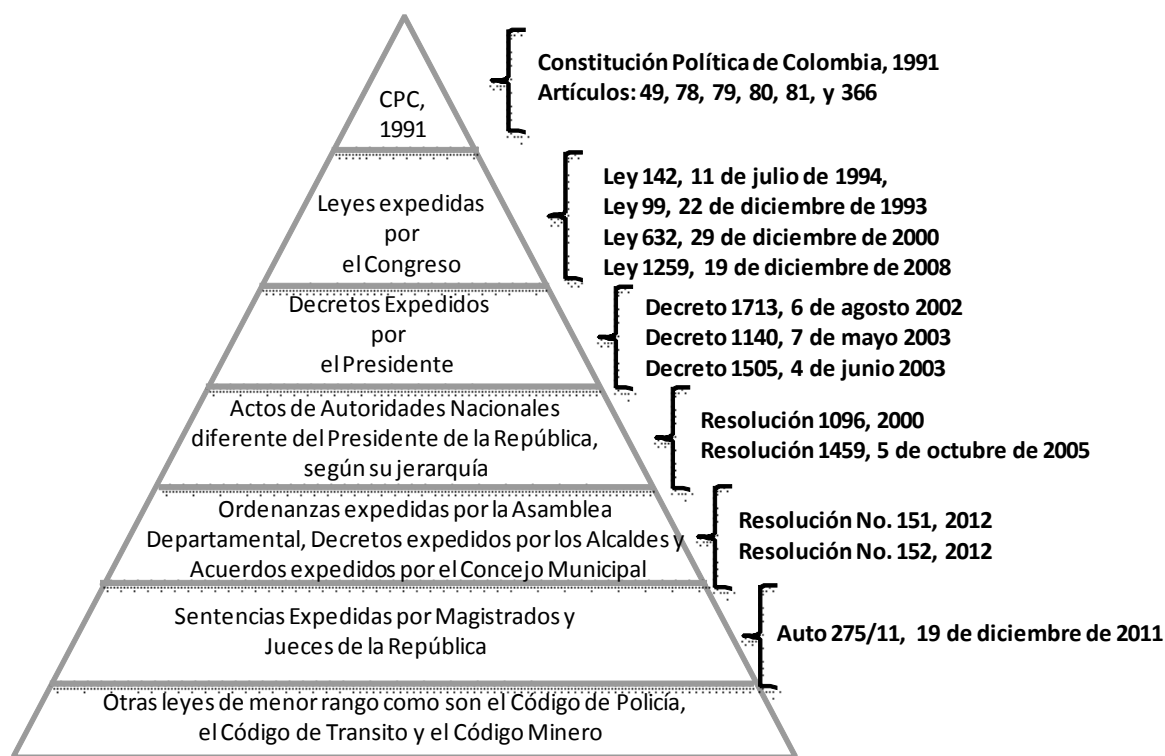
Por otra parte, la Resolución número 1096 de 2000 adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, que es a su vez modificada por la Resolución 1459 del 2005.

#### **5.3.1.2 Legislación Relevante a Nivel Local**

El Acuerdo 417 de 2009 reglamenta la Ley 1259, mencionada anteriormente, relacionada a la aplicación del comparendo ambiental para el Distrito Central.

Finalmente, la Resolución No. 151 y 152 del 2012, rubricado por el Director General de la UAESP, por el que se adopta el Reglamento Técnico y Operativo y el Reglamento Comercial

y Financiero respectivamente, junto a los contratos de concesión, detallan los componentes de recolección, transporte, barrido, y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped, poda de



árboles en áreas públicas, y transporte de residuos al sitio de disposición final.

Figura 5-2: Marco regulatorio más relevante para RBL de acuerdo a Jerarquía

### 5.3.2 Entrega y Almacenamiento

El Decreto 1713 del 2002 define que “la recolección de residuos debe realizarse utilizando el sistema puerta a puerta, sin omisión de ninguna unidad generadora, salvo los casos en que los volúmenes generados o las restricciones de acceso para los vehículos recolectores hagan necesario el sistema de recolección utilizando cajas estacionarias, contenedores, cuartos para basura, por el sistema de aceras o cualquier sistema alternativo de recolección que garantice una cobertura total de las Zonas delimitadas por la UAESP.

Son objeto de este componente todos los residuos sólidos generados por usuarios residenciales y no residenciales tales como el comercio, la industria, instituciones de servicios, oficinas, plazas de mercado, etc. bajo las condiciones de frecuencia y horario que el operador informe al productor.

Los operadores deberán llevar a cabo campañas directas a generadores residenciales para que almacenen y presenten adecuadamente los residuos por ellos producidos, para inculcar la



disciplina del barrido y la limpieza "hacia adentro", fomentando la cultura de aseo y hábitos de reuso y separación en la fuente."

Por otra parte, en la resolución CRA 115, del 2001 se sugieren dimensiones de los recipientes, como se establece a continuación:

“Artículo 4.4.1.14 Tabla de Equivalencias. Para efectos del presente capítulo, las personas prestadoras deberán adoptar los valores de la Tabla de Equivalencias que se encuentra en el Anexo 8 de esta resolución. No obstante las personas prestadoras podrán acordar con los usuarios la mejor forma de presentación de los residuos para ambas partes, en un todo de acuerdo con las normas establecidas en el Decreto 605 de 1996 o las que lo modifiquen, adicionen o lo sustituyan.”

**Tabla de equivalencias de las diversas formas de presentación de los residuos**

Tipo	Caracterización del recipiente	Capacidad volumétrica M <sup>3</sup>
<b>BOLSA:</b>		
Doméstica	50 x 75 cm	0.031
Semi-industrial	60 x 86 cm	0.050
Industrial	70 x 120 cm	0.111
Caneca	20 gal.	0.08
Caneca	25 gal.	0.10
Caneca	35 gal.	0.13
Caneca	55 gal.	0.21
Caja estacionaria	2 yd <sup>3</sup>	1.53
Caja estacionaria	2.5 yd <sup>3</sup>	1.91
Caja estacionaria	3 yd <sup>3</sup>	2.29
Caja estacionaria	4 yd <sup>3</sup>	3.06
Caja estacionaria	6 yd <sup>3</sup>	4.59
Caja estacionaria	10 yd <sup>3</sup>	7.64
Caja estacionaria	15 yd <sup>3</sup>	11.47
Caja estacionaria	20 yd <sup>3</sup>	15.30
Caja estacionaria	40 yd <sup>3</sup>	30.6

Otros recipientes serán aprobados por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

Fuente: Anexo 8 de Resolución 115 CRA, 2001

Además, el RAS 2000 establece los siguientes tipos de recipientes:

- Canecas domésticas
- Recipientes desechables
- Recipientes para residuos de evacuación por ductos
- Cajas de almacenamiento
- Canecas públicas

- Recipientes para almacenamiento de residuos sólidos con características especiales

En el RAS2000 se definen ciertas características que deberían cumplir cada uno de los recipientes antes mencionados, aunque no dimensiones y especificaciones detalladas.

En general, los operadores tienen flexibilidad para definir la manera de entrega de los recipientes, en correspondencia con el sistema de recolección que haya definido; según la Resolución 151 de la Concesión, los operadores desarrollarán “Campañas directas a generadores residenciales para que almacenen y presenten adecuadamente los residuos por ellos producidos, para inculcar la disciplina del barrido y la limpieza "hacia adentro", fomentando la cultura de aseo y hábitos de reuso y separación en la fuente.”

En la actualidad, los operadores se han concentrado en proveer información hacia los grandes generadores sobre las dimensiones de su cuarto de entrega ó contenedor; una entrega generalizada de información a los ciudadanos no se pudo confirmar que realicen los operadores. Los ciudadanos entregan en cualquier tipo de bolsas generalmente, por ejemplo, las que reciben en los supermercados.

### **5.3.3 Recolección y Transporte**

#### **5.3.3.1 Recolección Regular antes del 18 de diciembre de 2012**

##### **a. Generalidades**

El Servicio de Recolección era provisto por cuatro (4) operadores en seis (6) áreas de servicio exclusivo (ASE) en 19 localidades como se presenta en la Figura 5-3. Los contratos de concesión 013-2012, 014-2012, 015-2012, y 016-2012, les fueron otorgados a las compañías LIME, Aseo Capital, Ciudad Limpia, y ATESA respectivamente.

La responsabilidad del concesionario incluía: la recolección hasta el sitio de disposición final ó tratamiento de los residuos residenciales y pequeños productores, residuos ordinarios de grandes generadores, barrido, limpieza de áreas de amoblamiento público, corte de césped, limpieza de áreas verdes públicas, y realizar podas en sitios indicados por la UAESP. Además, de la gestión comercial y financiera del servicio de aseo en las zonas de prestación del servicio y la recolección de material recuperable mediante una ruta de recolección selectiva.

La remuneración era calculada con base al recaudo ajustado por solidaridad, menos el costo de la disposición final. El costo de la disposición final corresponde a las toneladas mes dispuestas en el Relleno Sanitario Doña Juana por Área de Prestación de Servicio, por el costo de tratamiento y disposición final CDT, estimado para el mes por la entidad tarifaria local. La formula usada se presenta a continuación:

$$R_{ij} = ((RB_{ij} - BSC_{ij}) - (Ton_{ij} \times CDT_{j})) \times PR_i$$

$R_{ij}$ : Retribución al contratista

$RB_{ij}$ : Recaudo bruto

$BSC_{ij}$ : Balance entre Subsidios y Contribuciones.

$Ton_{ij}$ : Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Doña Juana

$CDT_j$ : Costo de Tratamiento y Disposición Final.

$PR_i$ : Porcentaje de Retribución.

i: Corresponde al Área de Prestación de Servicio.

j: Corresponde al mes de retribución.



Figura 5-3: Seis Áreas de Servicio Especial cubiertas por 4 Operadores antes del 18 de diciembre del 2012

Cuadro 5-19: Recolección por ASE y Proveedor del Servicio (Ton/día)

ASE		2009	2010	2011	2012	Ave.	%
1	Lime	1.131	1.207	1.236	1.262	1.209	20%
2	Atesa	886	967	970	948	943	15%
3	Aseo Capital	863	837	849	817	842	14%
4	Aseo Capital	926	1.001	1.022	1.002	988	16%
5	Lime	781	828	879	847	834	14%
6	Ciudad Limpia	1.195	1.272	1.352	1.374	1.298	21%
	Subtotal	5.782	6.112	6.309	6.249	6.113	100%

La cantidad total de vehículos que prestaban el servicio de recolección se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro 5-20: Tipo de Vehículos por Operador del Servicio

Tipo de Vehículo	Aseo Capital	ATESA	Ciudad Limpia	LIME	Total general
Ampliroll	11	4	5	5	25
Barredora mecánica	1	3	1	3	8
Bus / buseta	2			1	3
Camabaja	5		1		6
Camioneta	17	7	15		39
Campero	10		1	21	32
Cargador		2			2
Carrotaller	2		1		3
Cisterna	2		1	1	4
Compactador cortina	63	30	36	60	189
Compactador espiral				28	28
Estacas a Carga			1	11	12
Furgón			1	2	3
Hidrolavadora		1		2	3
Minicargador	5		4	4	13
Moto			1		1
Otro	9		4		13
Retroexcavadora				2	2
Volqueta	11	8	4	26	49
No aplica				1	1
Total general	138	55	76	167	436

Entre los camiones de recolección predominaban los camiones compactadores de cortina que oscilan entre 12 y 15 toneladas para todos los proveedores.

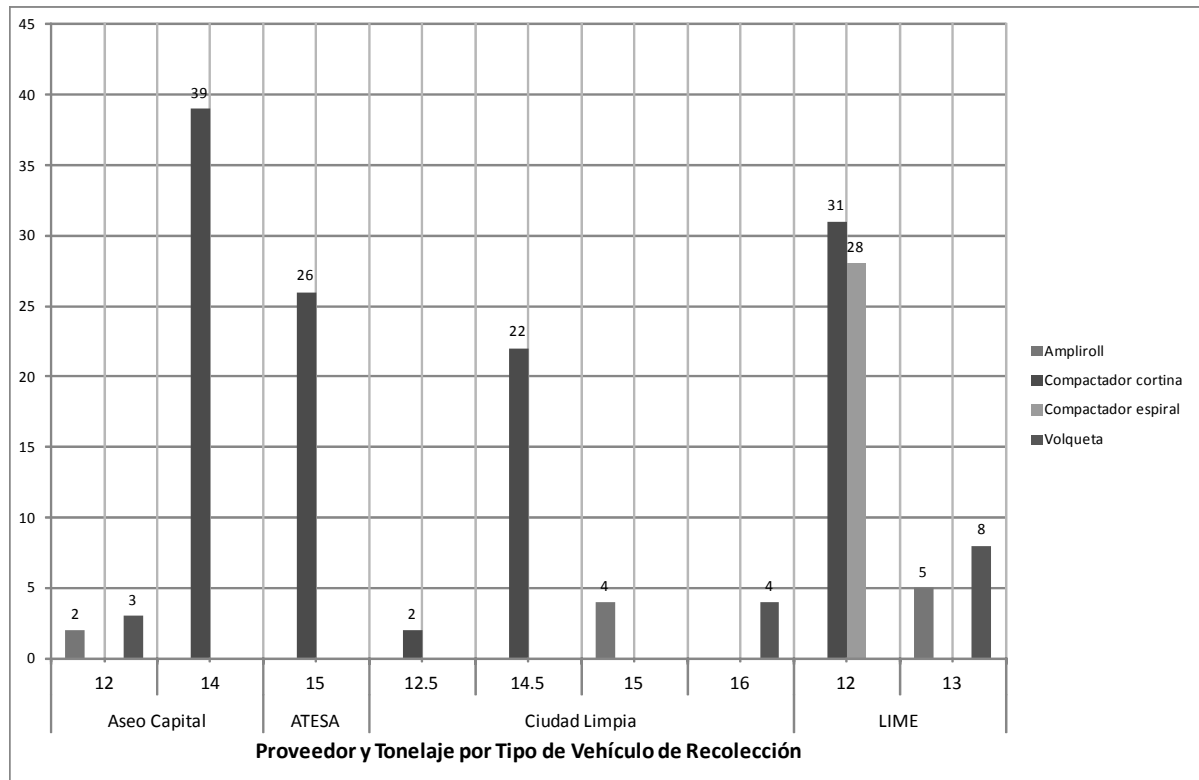


Figura 5-4: Cantidad y Tipo de Vehículo por Operador

El tonelaje descargado en RSDJ se presenta en el siguiente cuadro por operador para los años 2009, 2010, y 2011.

Cuadro 5-21: Cantidad Descargado en RSDJ por los Operadores

Unidad: Toneladas

Concesionario	ASE	2009	2010	2011	Total general
Aseo Capital	ASE3	314,972.0	305,533.2	232,567.6	853,072.8
	ASE4	337,822.2	365,385.9	276,123.5	979,331.5
Total Aseo Capital		652,794.2	670,919.0	508,691.1	1,832,404.3
ATESA	ASE2	323,484.9	352,833.3	262,644.8	938,962.9
Total ATESA		323,484.9	352,833.3	262,644.8	938,962.9
Ciudad Limpia	ASE6	436,241.8	464,440.2	363,604.6	1,264,286.6
Total Ciudad Limpia		436,241.8	464,440.2	363,604.6	1,264,286.6
LIME	ASE1	412,837.3	440,435.0	333,502.4	1,186,774.7
	ASE5	285,238.1	302,296.4	240,744.0	828,278.4
Total LIME		698,075.4	742,731.3	574,246.4	2,015,053.1
Total general		2,110,596.2	2,230,923.8	1,709,186.9	6,050,706.9

Nota: el pesaje del 2011 es hasta septiembre de dicho año.

La participación en descarga por operador era de aproximadamente 15% en ASE2, ASE3, ASE4, y ASE5; mientras que alcanza casi 20% en ASE1 y ASE6.

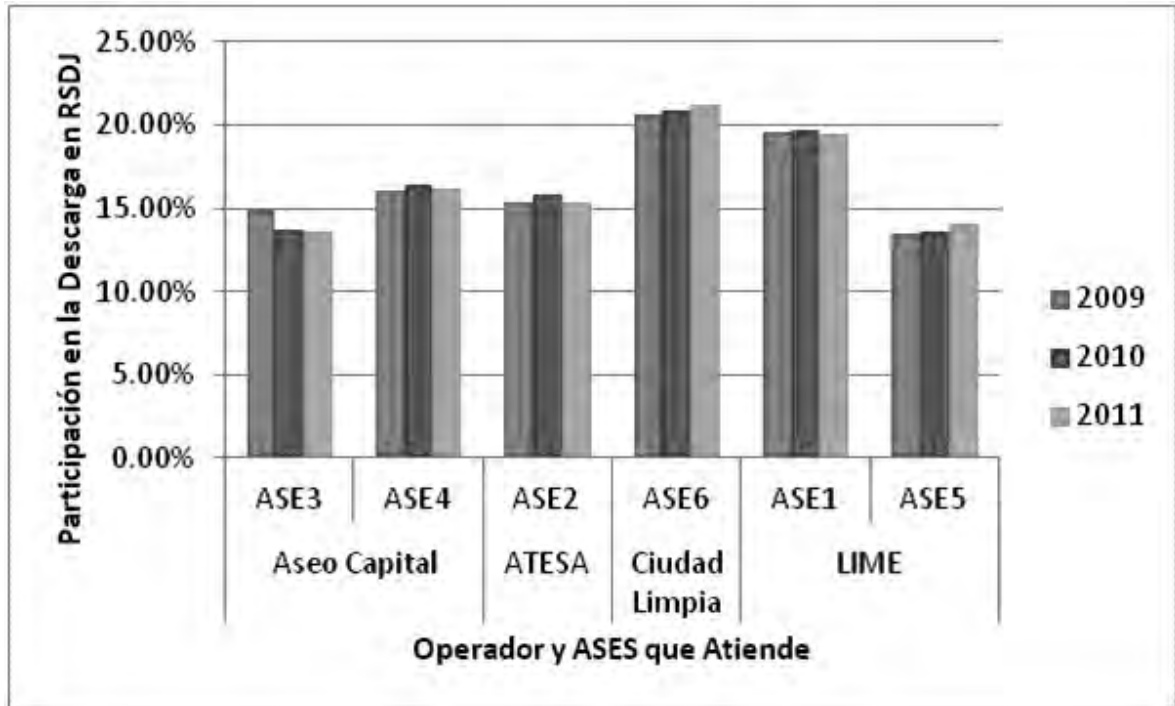


Figura 5-5: Participación por Operador en la Descarga en RSDJ

La mayoría de los residuos descargados en el RSDJ es residuo domiciliario seguido de escombros y grandes generadores, en dependencia de cada ASE, de la manera como se refleja en el cuadro a continuación.

Cuadro 5-22: Porcentaje de Tipo de Residuo por ASE

	ASE1	ASE2	ASE3	ASE4	ASE5	ASE6
Residuo Domiciliario	77.83%	70.42%	69.58%	54.79%	74.89%	70.06%
Barrido	3.62%	5.81%	7.31%	10.85%	5.60%	5.70%
Corte de Césped	3.48%	1.06%	1.31%	0.56%	1.67%	1.59%
Grandes Generadores	4.56%	11.36%	8.94%	17.50%	3.24%	2.86%
Mercado	0.22%	0.62%	1.98%	0.38%	0.44%	2.55%
Escombros	9.50%	10.38%	10.32%	15.60%	13.98%	17.11%
Poda Árboles	0.78%	0.35%	0.56%	0.33%	0.17%	0.13%
	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

#### b. Interventoría

La UAESP contrató un servicio de Interventoría (034-2012) para supervisar el contrato con los concesionarios.

Los objetos de la Interventoría comprende: Interventoría Técnica y Operativa; Interventoría Económica, Comercial, y Financiera; Interventoría Jurídica; Interventoría Ambiental y Sanitaria; e Interventoría de Sistemas.

Entre otros el Contrato entre la UAESP e Interventoría establecía entre las obligaciones generales:

“2. Elaborar y aplicar procedimientos y mecanismos para el aseguramiento de la calidad, tanto en su gestión propia como de cada uno de los contratos bajo su seguimiento y control, logrando mayor efectividad en su desarrollo.

4. Presentar a la UAESP informes, indicadores, registros (fotografías, videos, bases de datos) y en general la información que recopile, de forma sucinta y priorizada, de los resultados de las gestiones realizadas tanto por los concesionarios como por la interventoría, en donde se incluyan los análisis, evaluaciones y recomendaciones correspondientes, sin perjuicio de aquellos informes que solicite puntualmente la UAESP.....

5. Formular observaciones, recomendaciones, y emitir conceptos a la UAESP sobre el desarrollo de los contratos de concesión, con los aportes, análisis y fundamentos necesarios, basándose en las mediciones, monitoreos y registros efectuados por los contratistas y concesionarios del servicio..

9. Ejecutar el contrato teniendo en cuenta que orgánicamente tendrá dos áreas principales: la interventoría a la gestión comercial, financiera y de sistemas, y la interventoría a la gestión técnica, operativa y administrativa en sus componentes de recolección, barrido, limpieza de vías y áreas públicas, poda de árboles en áreas públicas y transporte de los residuos al sitio de disposición final.”

Los datos crudos de Tiempo y Movimiento derivados de las averiguaciones se muestran en el siguiente cuadro.



5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Cuadro 5-23: Datos Crudos de Inventoría e Inclusión de Datos de Campo de Tiempo y Movimiento

Localidad	Operador	ASE_pre	Ruta	Vehículo No. #	Capacidad (yd3)	Día	Pesaje(Tons)	H1	Km1	H2	Km2	Viajes	H3	Km3	H4	Km4	H5	Km5	H6	Km6	Distancia Rl	Tempo Rec	Tempo Rec V	Tempo Rec V Rec. (Km)	Tempo Tra V	Tempo Tra V Trans	Km tons/hr recole/kg/km total		
Usaquen	LIME	ASE1	1-1608	1147	25	27-Jul-12	11.19	05:30	0	13:43	86	1	06:11	7	10:15	24	12:30	58	12:56	69	34	04:04	4.07	8.36	00:26	0.43	78.46	2.75	130
Puente Arandí	Aseo Capital	ASE4	12-2203	7028	25	19-Jul-12	8.5	05:49	0	16:15	73.4	2	06:20	17.5	09:20	18.4	09:59	34.1	10:34	35.1	15.7	03:00	3.00	5.23	00:35	0.58	26.91	2.89	216
Bosa	Ciudad Limpia	ASE3	01-227	2022	25	22-Jun-12	7.37	05:40	0	12:49	52	1	06:16	10	11:20	17	11:50	33	12:15	45	16	05:04	5.07	3.16	00:25	0.42	38.40	2.89	281
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7002	25	29-Jun-12	11.95	05:30	0	14:20	79	1	05:50	9	09:20	14	09:43	20	10:35	32	6	03:30	3.50	1.71	00:52	0.87	6.92	3.41	323
Bosa	Ciudad Limpia	ASE3	01-211	2020	25	25-may-12	15.32	05:42	0	12:48	62.9	1	06:07	8.5	11:04	19.9	11:52	35.8	12:29	51.8	15.9	04:57	4.95	3.21	00:37	0.62	25.78	3.09	244
Usme	LIME	ASE5	1-5532	1105	25	18-may-12	12.96	05:59	0	13:05	55.8	1	06:40	17.3	12:08	23.5	11:43	26.4	12:25	37.2	2.9	05:28	5.47	0.55	00:42	0.70	4.14	2.37	362
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	12-2022	7064	25	31-may-12	6.5	05:40	0	13:06	69	1	05:54	3	08:39	10	09:06	18	09:40	28	8	02:45	2.75	2.91	00:34	0.57	14.12	2.36	165
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	12-2022	7064	25	31-may-12	4.89	05:31	0	13:06	69	1	05:54	3	08:39	10	09:06	18	09:40	28	8	02:45	2.75	2.91	00:34	0.57	14.12	2.36	165
Engativá	ATESA	ASE2	02-0203	4121	25	24-may-12	14.75	06:05	0	13:42	83	1	06:51	11	11:05	24	12:05	48	12:59	64	24	04:14	4.23	5.67	00:54	0.90	26.67	3.48	178
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7002	25	30-abr-12	11.26	05:24	0	12:51	58	1	05:45	4.9	10:40	18	11:13	25.8	12:04	36.8	7.8	04:55	4.92	1.59	00:51	0.85	9.18	2.29	243
Engativá	ATESA	ASE2	1-110	2016	25	27-abr-12	16.88	05:18	0	13:58	74.7	1	06:17	6.7	10:25	14.6	11:18	30.9	12:36	41.3	16.3	04:08	4.13	3.94	01:18	1.30	12.54	3.27	181
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7002	25	30-mar-12	11.02	06:27	0	13:58	74.7	1	06:51	9.1	09:05	15	09:33	21.8	10:15	33.2	6.8	02:14	2.23	3.04	00:42	0.70	9.71	4.93	103
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7002	25	30-mar-12	11.80	05:45	0	13:05	54	1	06:25	13	09:50	23	10:30	58.1	13:40	69	10.9	02:00	2.00	5.45	00:45	0.75	14.53	5.90	103
Kennedy	Ciudad Limpia	ASE6	01-207	2008	25	30-mar-12	13.54	05:48	0	13:05	54	1	06:21	7	10:30	17	12:00	34	12:46	42	17	04:09	4.15	4.10	00:46	0.77	22.17	3.26	251
Engativá	ATESA	ASE2	1-107	4119	25	05-feb-12	14.8	05:35	0	13:05	54	1	06:03	12.1	10:04	20.4	11:26	36.8	12:31	46.8	16.4	04:01	4.02	4.08	01:05	1.08	15.14	3.68	194
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7014	25	24-feb-12	11.36	05:19	0	13:05	54	1	05:39	8.1	08:08	15.2	03:47	23.3	08:54	33.4	8.1	03:29	2.48	3.26	00:34	0.57	14.29	4.57	103
Tunjuelito	Aseo Capital	ASE4	11-1182	7014	25	24-feb-12	10.87	05:19	0	13:05	54	1	05:39	8.1	08:08	15.2	03:47	23.3	08:54	33.4	8.1	03:29	2.48	3.26	00:34	0.57	14.29	4.57	103
Usaquen	LIME	ASE1	1-1612	1152	25	05-feb-12	13.27	06:02	0	14:03	72	1	07:29	19	11:20	21	12:43	48	13:30	57	27	03:51	3.85	7.01	00:47	0.78	34.47	3.45	164
Bosa	Aseo Capital	ASE6	01-222	2019	25	24-feb-12	13.68	05:50	0	12:10	52	1	06:09	6	10:20	16	11:20	32	11:53	43	16	04:11	4.18	3.82	00:33	0.55	29.09	3.27	263
Bosa	Aseo Capital	ASE6	01-212	2018	25	30-may-12	11.63	06:00	409859	13:05	409915	1	06:29	409867	11:31	409877	12:13	409883	12:42	409904	11	05:02	5.03	3.18	00:29	0.48	22.76	2.31	208

Donde:

- H1; K1 = Hora y Kilómetro de Partida
- H2; K2 = Hora y Kilómetro de regreso a la Base después de finalizada la recolección
- H3; K3 = Hora y Kilómetro de llegada a inicio de la ruta
- H4; K4 = Hora y Kilómetro de finalización de la ruta
- H5; K5 = Hora y Kilómetro de llegada a la báscula de RSDJ
- H6; K6 = Hora y Kilómetro de salida del RSDJ después de la descarga

Dos indicadores importantes que se podían obtener de dichos informes eran:

- **Toneladas por horas de recolección:** según documentación del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS), en este índice se considera de manera implícita la densidad poblacional, método de recolección (vereda o esquina), tipo de almacenamiento de los residuos, frecuencia del servicio, rutas adecuadas de recolección y número de ayudantes. A diferencia del indicador kg/km de sector, la mayor incidencia está representada por la distancia al lugar de descarga (planta de transferencia o relleno sanitario).
- **Toneladas por tiempo total de recolección:** En este índice se considera de manera implícita la infraestructura urbana, densidad poblacional, método de recolección (vereda o esquina), cantidad de ayudantes, tipo de almacenamiento de los residuos, características del vehículo, horarios de recolección y velocidad promedio de recolección.

Cuadro 5-24: Indicadores Obtenidos del Tiempo y Movimiento

ASE	Promedio de Tons/hr recolección	Tons/hr de Recolección Recomendado	Promedio de Kg/km total	Kg/km total Recomendado
ASE1	3.4	2.3 – 2.6 Toneladas / hora total de recolección	184.3	100 – 150 Kg/km total recorrido
ASE2	3.5		187.9	
ASE4	4.3		-	
ASE5	2.4		184.7	
ASE6	3.0		241.1	
Total general	3.5		208.2	

Cuadro 5-25: Cuadro sobre Indicadores presentado por Interventoría a la UAESP

Anexo N. Indicadores operativos de desempeño RBL.  
Período: 01 - 30 de Abril 2012

Indicador de control del servicio	LIME ZONA 1	ATESA ZONA 2	Aseo Capital ZONA 3	Aseo Capital ZONA 4	LIME ZONA 5	Ciudad Limpia ZONA 6	Valor máximo establecido (Resolución 151 de 2012)
<b>Indicador de Área Limpia <sup>(1)</sup></b>							
Avenidas con comercio y vías en zona comercial	1.35	1.18	1.56	1.65	1.29	1.84	2.00
Vías en zona industrial	1.00	0.97	1.00	1.00	1.00	0.91	1.00
Vías mixtas y avenidas sin comercio	1.24	1.23	1.63	1.57	1.26	1.44	1.50
Vías pavimentadas residenciales, vías sin pavimento	1.32	1.01	1.65	1.63	1.30	1.59	1.70
<b>Indicadores relacionados con la frecuencia de atención <sup>(1)</sup></b>							
Recolección domiciliaria	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Barrido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Corte del césped	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Indicadores relacionados con el horario de atención programado <sup>(1)</sup></b>							
Recolección domiciliaria	0.00013	0.00	0.00	0.00	0.00029	0.00	0.00
Barrido	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Otros indicadores sobre la calidad en la recolección de residuos <sup>(1)</sup></b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Informe Operativo Concesionario

<sup>(1)</sup> Indicadores definidos en la Resolución 151 de 2012, Reglamento Técnico y Operativo de la concesión del servicio de Aseo.

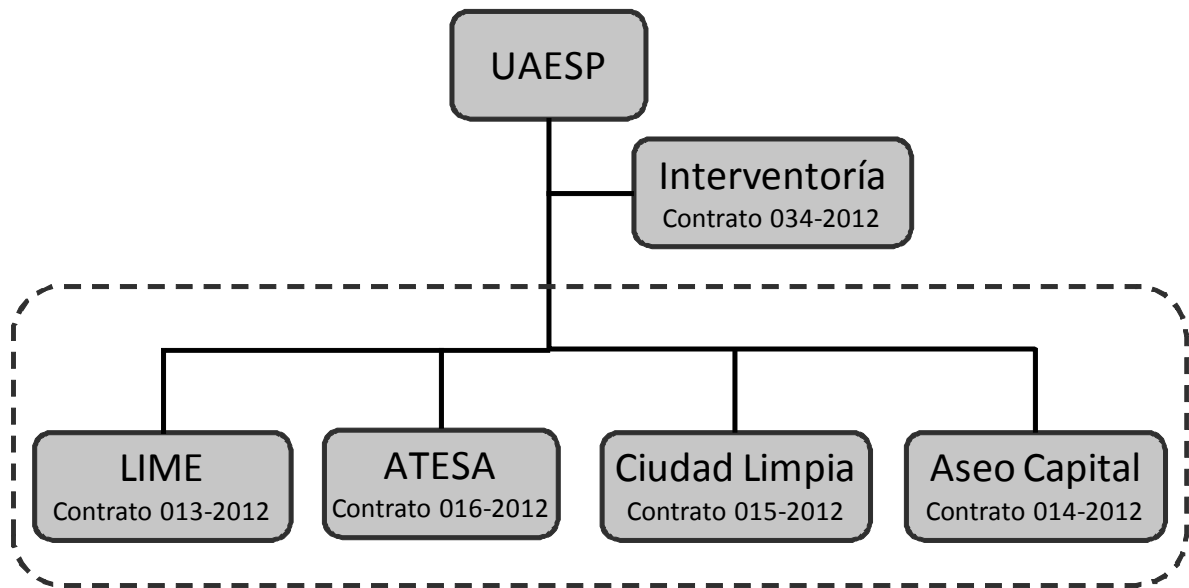


Figura 5-6: Esquema de Contrato antes del 18 de diciembre



**c. Recolección Selectiva**

Este sistema de recolección selectiva se discontinuó con la finalización de los contratos de concesión con los diversos operadores.

Cuadro 5-26: Recursos para la recolección Selectiva

Concesionario	Equipos	Personal
LIME	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 vehículo ampliroll de 13 metros cúbicos.</li> <li>2 vehículos tipo furgón de 3.5 toneladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 conductores.</li> <li>8 auxiliares.</li> </ul>
Aseo Capital	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 vehículos tipo furgón de 4 toneladas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 conductores.</li> <li>2 auxiliares.</li> </ul>
Ciudad Limpia	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 compactador de 25 yardas cúbicas.</li> <li>2 compactadores de 14 yardas cúbicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 conductores</li> <li>6 auxiliares.</li> <li>1 coordinador operativo.</li> <li>1 coordinador de relaciones con la comunidad.</li> </ul>
ATESA	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 vehículo ampliroll de 14 yardas cúbicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 conductores.</li> <li>4 auxiliares.</li> </ul>

Cuadro 5-27: Vehículos Usados por LIME en Recolección Selectiva

VEHÍCULO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
	<p><b>Marca:</b> Chevrolet NPR  <b>Modelo:</b> 2008  <b>Dimensión del Furgón:</b>                      Alto: 2.17 mts                      Ancho: 2.34 mts                      Largo: 4.3 mts  <b>Capacidad de Carga:</b> 22 metros cúbicos</p>
	<p><b>Marca:</b> Chevrolet NPR  <b>Modelo:</b> 2008  <b>Dimensión del Furgón:</b>                      Alto: 2.17 mts                      Ancho: 2.34 mts                      Largo: 4.3 mts  <b>Capacidad de Carga:</b> 22 metros cúbicos</p>

Cuadro 5-28: Vehículos Usados por ATESA en Recolección Selectiva

VEHÍCULO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
	<p><b>Marca:</b> Chevrolet NPR  <b>Modelo:</b> 2004  <b>Dimensión del Furgón:</b>                      Alto: 2,17 mts                      Ancho: 2,34 mts                      Largo: 4,3 mts  <b>Capacidad de Carga:</b>                      22 metros cúbicos</p>

Cuadro 5-29: Vehículos Usados por Aseo Capital en Recolección Selectiva

VEHÍCULO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
	<p><b>Marca:</b> Chevrolet NPR  <b>Modelo:</b> 2004  <b>Dimensión d el Furgón:</b>                      Alto: 2,17 mts                      Ancho: 2,34 mts                      Largo: 4,3 mts  <b>Capacidad de Carga:</b>                      22 metros cúbicos</p>

Cuadro 5-30: Vehículos Usados por Ciudad Limpia en Recolección Selectiva

VEHÍCULO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
	<p><b>Marca:</b> Mercedes Benz Actros  <b>Modelo:</b> 2004  <b>Dimensión de la caja:</b>                      Alto: 2,29 mts                      Ancho: 2,18 mts                      Largo: 3.50 mts  <b>Capacidad de Carga:</b>                      15,3 metros cúbicos</p>
	<p><b>Marca:</b> Kodiak  <b>Modelo:</b> 2004  <b>Dimensión de la caja:</b>                      Alto: 1,80 mts                      Ancho: 2,13 mts                      Largo: 5,10 mts (Incluido portalón trasero)  <b>Capacidad de Carga:</b>                      10,7 metros cúbicos</p>

**5.3.3.2 Servicio de Recolección después del 18 de diciembre del 2012 (Corto Plazo)**

**a. Generalidades**

La UAESP decidió celebrar el contrato interadministrativo 017 del 2012 con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá E.S.P. con base en la Ley 142 de 1994 ó Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios que para la gestión de los servicios públicos autoriza la celebración entre otros, de los siguientes contratos especiales “39.3 Contratos de las entidades

oficiales para (...) encomendar a terceros cualquiera de las actividades que ellas hayan realizado para prestar los servicios públicos (...).”

La UAESP se vio en la necesidad de celebrar dicho contrato como resultado de los deberes legales derivados del Auto No. 275 del 2011 proferido por la Honorable Corte Constitucional y sus obligaciones para garantizar la prestación eficiente del servicio de aseo en la ciudad de Bogotá. Además, la administración actual adoptó el Plan de Desarrollo para Bogotá D.C. por medio del Acuerdo Distrital 489 de 2012 que ordena en el “Eje Tres Una Bogotá que Defiende y Fortalece lo Público.”

Las obligaciones adquiridas por la Empresa de Acueductos con la UAESP se dividen en dos grandes grupos:

- a) Las relacionadas con el servicio de recolección, barrido, y limpieza de residuos ordinarios no-aprovechables que son similares a las que tenían los contratista bajo la concesión anterior.
- b) En relación con el cumplimiento del Auto 275 del 2011 de la Corte Constitucional que es prácticamente adicional a las obligaciones contractuales en las concesiones anteriores, por ejemplo, el apoyar a las Organizaciones de Recicladores Autorizadas (ORA’s) en el cumplimiento de sus funciones de Recolección y Transporte de Residuos Aprovechables.

La remuneración al Contratista se calcula de manera mensual utilizando la siguiente formula:

$$R_j = ((RB_j - BSC_j) - (Toni \times CDT')) - R_{rj}$$

R<sub>i</sub>: Retribución al contratista en el mes j

RB<sub>i</sub>: Recaudo bruto del mes jota

BSC<sub>ii</sub>: Balance entre Subsidios y Contribuciones.

Toni: Toneladas Dispuestas en el Relleno Sanitario Doña Juana ó en el sitio que disponga la UAESP

CDT': Costo de Tratamiento y Disposición Final.

R<sub>rj</sub>: Remuneración de los recicladores en el mes j

j: Corresponde al mes de retribución.

Por otra parte, la Empresa de Acueductos y Alcantarillados de Bogotá E.S.P., a su vez, celebró el contrato 1-07-10200-0809-2012 con Aguas de Bogotá para encargarse de la parte operativa de la prestación del servicio público de aseo y actividades complementarias, mientras la misma Empresa de Acueductos se encargaría de la dirección comercial, técnica, administrativa, y financiera.

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

La remuneración del contrato 1-07-10200-0809-2012 alcanza el monto de 116.000.000.000 Pesos colombianos. Este monto estaría desglosado de la siguiente manera:

- Un anticipo de la Empresa para Aguas de Bogotá de 17.987.007.324 pesos colombianos con cargo al año fiscal 2012.
- Cuatro pagos mensuales contra facturas presentadas por Aguas de Bogotá y aprobadas por la Empresa hasta un monto de 90.626.992.676 pesos colombianos.
- Para el desarrollo de las obligaciones a cargo de la Empresa se dispondrá de 1.080.000.000 pesos colombianos con cargo a la vigencia del año 2012 y de 6.306.000.000 pesos colombianos con cargo de vigencia futura 2013.

Además, la UAESP celebró contratos directamente con los cuatros contratistas de la concesión anterior, en base a un precio fijo por un período de un año con LIME, Ciudad Limpia, y Aseo Capital, y por cuatro meses con ATESA cuyo contrato venció el 22 de abril de 2013 cuando Aguas de Bogotá asumió la operación de la ASE 2. El alcance de los trabajos realizados por estos contratistas son similares a los acordados en la licitación anterior, no incluyen tareas relacionadas al Auto No. 75 como el contrato con la Empresa de Acueductos. Los montos contratados directamente se muestran a continuación.

Cuadro 5-31: Monto Contratado Directamente por la UAESP a partir del 18 de diciembre

Operador	ASE	Monto (COP/mes)	Monto (USD/mes)	Ton/mes	Costo (USD)	Duración	Firmado
Ciudad Limpia	6	3.900.000.000,00	2.166.666,67	41.792,50	51,84	al menos 1 año	Dic-18-12
Aseo Capital	4	3.400.000.000,00	1.888.888,89	30.477,50	61,98	al menos 1 año	Dc-19-12
LIME	1	3.900.000.000,00	2.166.666,67	38.385,83	56,44	al menos 1 año	Dic-19-12
ATESA	2	3.700.000.000,00	2.055.555,56	28.835,00	71,29	4 meses	Dic-23-12

Nota: Tasa de cambio 1 USD = 1.800 COP



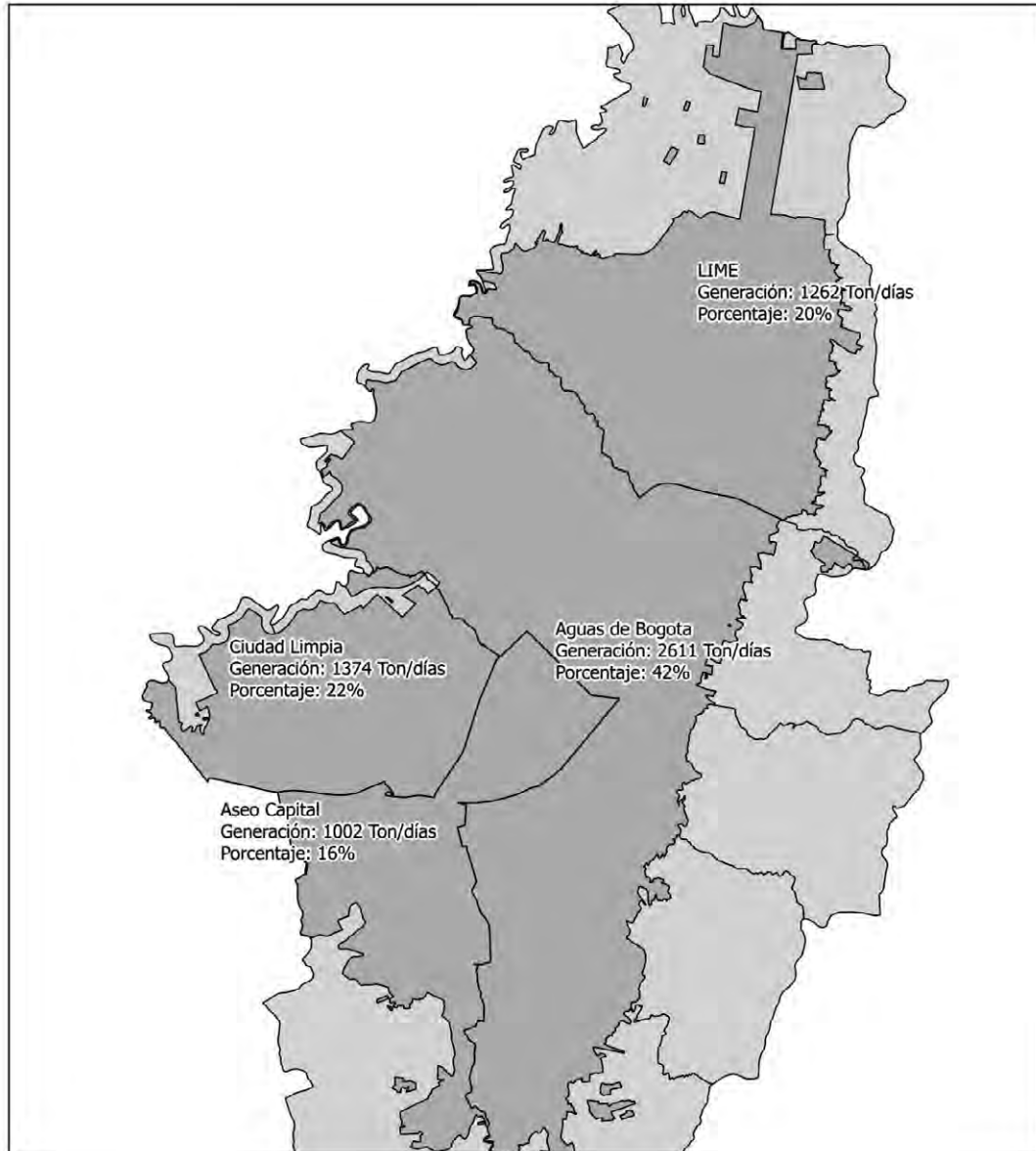
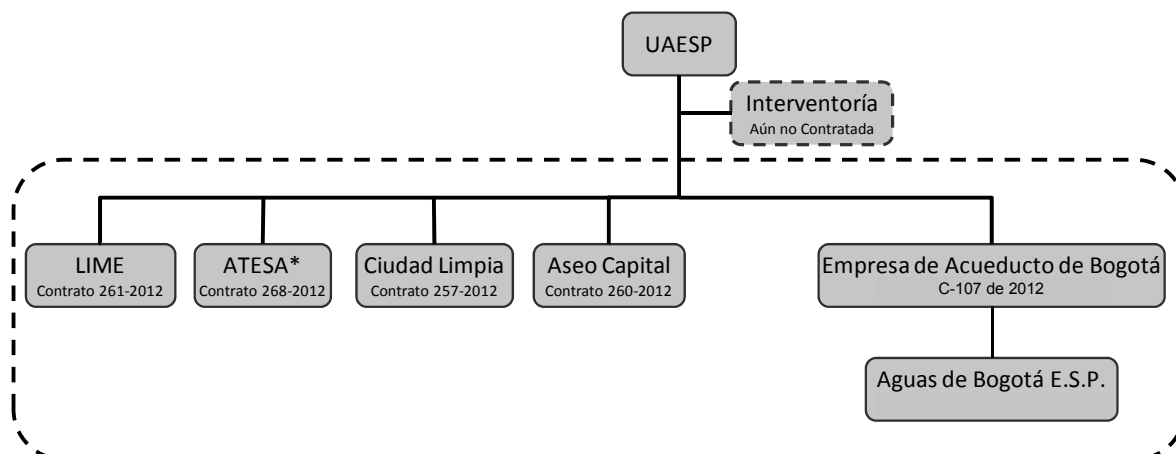


Figura 5-7: Distribución de Operadores desde Mayo del 2013

Cuadro 5-32: Recolección por ASE y Proveedor del Servicio (Ton/día) en mayo 2013

ASE	Operador	Ave.	%
1	Lime	1.262	20%
2,3,5	Aguas de Bogota	2.611	42%
4	Aseo Capital	1.002	16%
6	Ciudad Limpia	1.374	22%
	Subtotal	6.249	100%



\*El contrato de ATESA finalizó el 22 de abril del 2013

Figura 5-8: Esquema de Contrato después del 18 de diciembre (Corto Plazo)

**b. Interventoría**

Hasta mayo 2013 no se había contratado una Interventoría para supervisar los trabajos de recolección. La misma dirección de RBL había asumido trabajos previamente realizados por la Interventoría como la supervisión en campo, con la proyección de reforzar los recursos a corto plazo y contratar una interventoría para mediano y largo plazo.

**c. Recolección Selectiva**

Al retirarse los operadores de la concesión anterior, también se dio por finalizada la recolección selectiva por ellos. Para tratar de darle continuidad a dicha recolección, el sector público alquiló varios vehículos.

### **5.3.3.3 Servicio de Recolección después del 18 de diciembre del 2012 (Mediano y Largo Plazo)**

#### **a. Generalidades**

UAESP debería adjudicar la nueva licitación para diciembre de 2013. Esta nueva licitación se hará para 12 ASE como se muestra en la siguiente figura. La administración actual adoptó el Plan de Desarrollo para Bogotá D.C. por medio del Acuerdo Distrital 489 de 2012 que ordena en el “Eje Tres Una Bogotá que Defiende y Fortalece lo Público.” En consecuencia, se anticipa que la administración fomentará una mayor participación del sector público.

#### **b. Interventoría**

La UAESP ha expresado la intención de contratar un servicio de Interventoría para supervisar los nuevos contratos de concesión.

#### **c. Recolección Selectiva**

Rutas selectivas desarrolladas por las empresas privadas fueron trasladadas a Aguas de Bogotá. Anteriormente, 10 ton/día promedio de MPR fue recolectado. Esto se cayó aproximadamente 3 ton/día en enero de 2013 y se ha aumentado poco a poco.

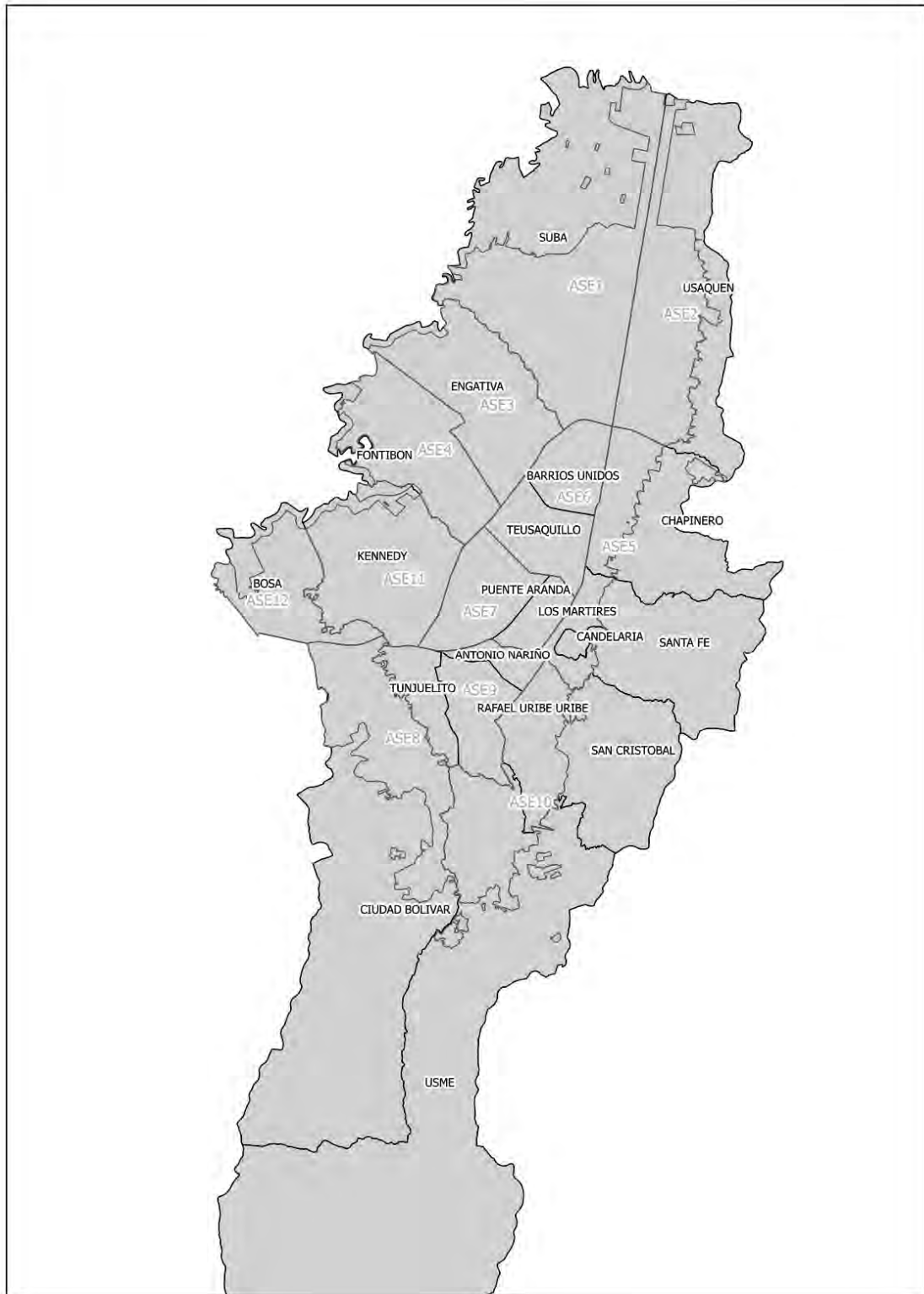


Figura 5-9: Nuevas ASE para Licitación

#### 5.3.4 Transferencia y Transporte

La resolución No. 1096 de 17 de noviembre de 2000 “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS,” en su capítulo F define en su punto **F.3.4.3 Evaluación y Control**, que “La entidad prestadora del servicio de aseo debe manejar e inventariar información detallada de los costos del sistema de recolección, que incluya costos de capital, operación y mantenimiento.” Además, menciona que “si como resultado de una evaluación periódica del costo de recolección, se determina que este es muy alto, se puede considerar la utilización de estaciones de transferencia (F.3.7), siempre y cuando al comparar costos y beneficios ésta última sea más económica.”

Más adelante en el acápite **F.3.7 Estaciones de Transferencia** establece lo siguiente con mayor detalle:

“En las poblaciones comprendidas en el nivel alto de complejidad del sistema, las entidades prestadoras del servicio deben definir la necesidad de establecer estaciones de transferencia, con base en los siguientes criterios:

1. Incrementar la eficiencia global del servicio de recolección
2. Lograr la economía en el sistema de transporte
3. Disminuir el tiempo muerto de la mano de obra empleada en la recolección.
4. Disminuir los costos de recolección.
5. La estaciones de transferencia podrán implementarse conjuntamente con los centros de separación, para garantizar la recuperación de materiales.”

La ubicación y necesidad de Estación de Transferencia también está ligada a la ubicación de los rellenos sanitarios. El Consorcio RS Cundinamarca, 2011 en su Estudio de Gestión Integral de Residuos Sólidos a través de esquemas regionales, menciona dos sitios potenciales para ubicar rellenos sanitarios regionales. Una opción estaría ubicada al Norte entre el D.C. y el departamento de Boyacá; mientras que el segundo se ubicaría al Occidente en la zona Mondoñero. La ubicación de un relleno al norte podría resultar en la implementación de una estación de transferencia que sirva los municipios de Chia, Cajica ó Sopo, así como la zona industrial norte de Bogotá. Mientras que un relleno al occidente puede servir, tanto a los sectores norte como a Engativá y Fontibon de Bogotá.

Por otra parte, el ensayo realizado por Jorge Perdomo y Juan Ramírez, denominado “Análisis económico sobre el tamaño óptimo del mercado y ubicación de estaciones de transferencia para el manejo de residuos sólidos en Colombia” concluyen que “cuando los rellenos

## **5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos**

---

sanitarios están ubicados a más de 35 kilómetros (km), del centro de partida servido, es necesario implementar, al menos, una estación de transferencia para efectuar el transbordo de residuos sólidos a vehículos con mayor capacidad.”

El siguiente cuadro muestra datos de distancia del proveedor LIME que da servicio a la zona norte del país.

Cuadro 5-33: Información sobre la distancia desde la Ruta al Relleno, LIME

Numero ruta	Frecuencia	Turno	Horario	Servicio_Texto	Localidad	Vehiculo Asignado	Km. Fin Ruta _relleno
1552	2-4-7	NOCHE	8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	Suba	Compactador	26.26
1555	2-4-7	NOCHE	8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	Suba	Compactador	27.62
1593	1-3-5	NOCHE	8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	Usaquen	Compactador	29.19
5508	2-4-6	NOCHE	8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	Rafael Uribe	Compactador	9.78
5525	1-3-5	NOCHE	8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	San Cristóbal	Compactador	12.57
5563	7*7	DIA y NOCHE	6 am - 2 pm / 8 pm - 4 am	Recoleccion Domiciliaria	Antonio Nariño	Compactador	11.03
1701	1-3-5	DIA	8 am - 4 pm	Grandes Productores	Usaquen-Suba	Compactador	31.44
1702	6*6	DIA	8 am - 4 pm	Grandes Productores	Usaquen-Suba	Compactador	34.47
1704	1-3-5	DIA	8 am - 4 pm	Grandes Productores	Usaquen-Suba	Compactador	39.35
5702	1-3-5	DIA	6 am - 2 pm	Grandes Productores	Antonio Nariño,Rafael Uribe,San Cristobal,Usme	Ampli roll	5.97
5703	2-4-6	DIA	6 am - 2 pm	Grandes Productores	Antonio Nariño,Rafael Uribe,San Cristobal,Usme	Ampli roll	5.97
5704	2-4-6	DIA	6 am - 2 pm	Grandes Productores	Antonio Nariño,Rafael Uribe,San Cristobal,Usme	Compactador	9.90

Adicionalmente, el Decreto 1713 de 2002 establece en su Artículo 64, lo siguiente, en relación a las Estaciones de Transferencia:

**Artículo 64. Condiciones de localización y funcionamiento.** La localización y el funcionamiento de estaciones de transferencia de residuos sólidos deberán sujetarse, como mínimo, a las siguientes condiciones:

1. Localización, de conformidad con los usos del suelo previsto por las autoridades municipales y contenidos en el Plan de Ordenamiento Territorial, POT, Plan Básico o Esquema de Ordenamiento Territorial, EOT.
2. No estar localizadas en áreas de influencia de establecimientos docentes, hospitalarios, militares y otros con cuyas actividades sea incompatible.
3. Disponer de vías de fácil acceso para los vehículos.
4. No obstaculizar el tránsito vehicular o peatonal, ni causar problemas de estética.
5. Contar con un sistema definido de cargue y descargue.
6. Disponer de un sistema alternativo para operación en casos de fallas o emergencias.
7. Tener un sistema de pesaje acorde con las necesidades de la estación.
8. Contar con un sistema de suministro de agua en cantidad suficiente para realizar actividades de lavado y limpieza.
9. Minimizar los impactos ambientales negativos en la zona de influencia de esta.
10. Cumplir con las disposiciones de la Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios en materia de control de contaminación ambiental y demás normatividad ambiental vigente.
11. No generar riesgos para la salud humana.
12. Disponer de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica y telefonía pública básica conmutada, TPBC.
13. Tramitar y obtener los permisos correspondientes.
14. Las demás que indiquen las normas vigentes.

En relación al POT, se han definido las siguientes áreas de actividad:

**Área de actividad central** que se denomina aquella cuyo suelo es apto para la localización de actividades en el centro tradicional de la ciudad y en los núcleos fundacionales de los municipios anexados.

**Área de actividad comercio y servicios** denominada aquella cuyo suelo es apto para la localización de establecimientos que ofrecen bienes y servicios a empresas y personas.



**Área de actividad dotacional** es el suelo apto para la localización de los servicios necesarios para la vida urbana y para garantizar el recreo y esparcimiento de la población.

**Área de actividad industrial** cuyo suelo apto para la localización de establecimientos dedicados a la producción, elaboración, fabricación preparación, recuperación, reproducción, ensamblaje, construcción, reparación, transformación, tratamiento y manipulación de materias primas, para la producción de bienes.

**Área de recuperación geomorfológica/minera** cuya zona de canteras ha sufrido grandes procesos de deterioro físico y amerita de un manejo especial para la recomposición geomorfológica de su suelo y su incorporación al desarrollo urbano.

**Área de actividad residencial** definida como el suelo destinado a la habitación y alojamiento permanente de las personas.

**Área urbana integral** que es el suelo urbano y/o de expansión, destinado a proyectos urbanísticos que combinen zonas de vivienda, comercio y servicios, industria y dotaciones, en concordancia con el modelo de ordenamiento territorial previsto para las diferentes piezas. Requiere para su desarrollo un Plan Parcial, según las disposiciones del tratamiento de desarrollo. Hay tres categorías: Área Urbana Integral Múltiple y Área Urbana Integral Residencial.

### **Suelo Protegido**

Según la descripción, para actividades de transferencia, se podrían considerar “área de actividad dotacional”, “área de actividad industrial”, y “área urbana integral.” Dichos usos de suelo se encuentran tanto al sector norte, como al sector este de la ciudad, para una ubicación adecuada deben ser verificados con una visita de campo. Además, dichos usos deberían ser confirmados con la contraparte y definidos con la actualización del POT que se está realizando.

En este sentido, el DECRETO 261 DE 2010 (Julio 07): "Por medio del cual se modifica el Decreto Distrital 620 de 2007 que complementó el Plan Maestro de Residuos Sólidos y se dictan otras disposiciones" establece:

### **Artículo 12. Estaciones de transferencia centros de acopio temporal.**

Condiciones urbanísticas y arquitectónicas.

- Uso. Dotacional, Industrial, Comercial y de Servicios Urbanos Básicos.
- Escala. Urbana.
- Localización-Las estaciones de transferencia se permitirán en Áreas de Actividad Dotacional y en Áreas de Actividad Industrial.

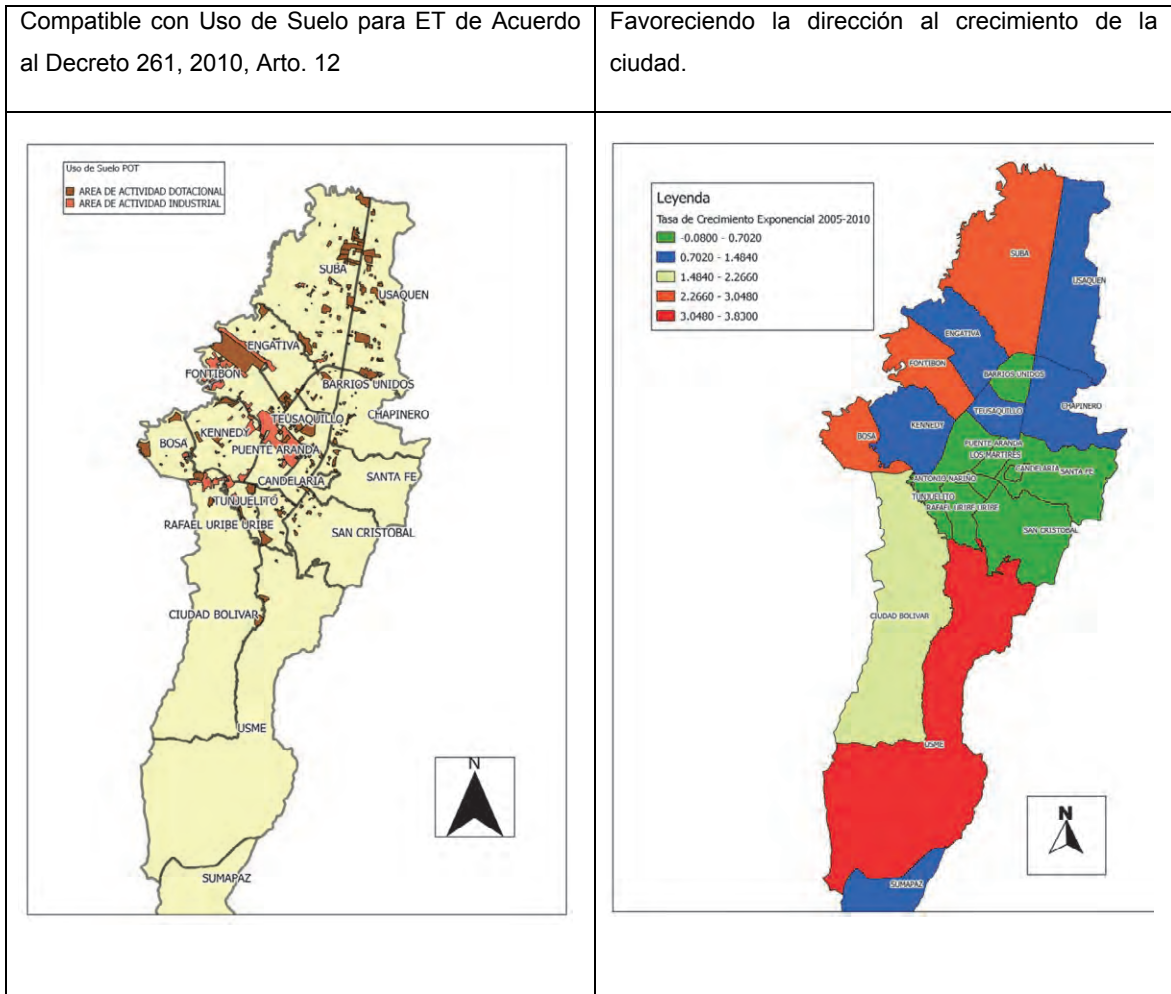


Figura 5-10: Aspectos Adicionales a tener en Cuenta para la Ubicación de la ET  
 La Localidades que presentan mayor ritmo de crecimiento de la población son Usme, Bosa, Suba, y Fontibón.

Cabe mencionar que Bogotá ya tuvo una estación de transferencia que manejaba aproximadamente 1,800 toneladas por día y estaba ubicada a unos 16.8 kilómetros del Relleno Sanitario de Doña Juana. El documento **Expresiones de interés para el aprovechamiento del biogas del relleno sanitario doña Juana de Bogotá, marzo, 2003** lo refiere de la siguiente manera: “En 1989 se construyó una estación de transferencia de basuras en el sitio denominado Protecho (hoy Biblioteca de El Tintal), lo que permitió aumentar la eficiencia de recolección y disposición de basuras por parte de la EDIS. En este mismo año empezaron a operar dos empresas privadas para la recolección de la basura, que atendían el 40% de la ciudad.” Sin embargo, la empresas privadas que comenzaron a operar en las ASE no mostraron interés en utilizar dicha instalación.

Los principales motivos por los que los operadores optan por no construir una Estación de Transferencia son:

- Prefieren hacer uso intensivo de los camiones compactadores de manera tal que su vida útil se cumpla con la finalización del contrato de concesión.
- Los contratistas consideran que existe un fuerte rechazo por parte de los residentes para este tipo de instalaciones.
- Es incierto obtener la permisología requerida durante el período de concesión.

## 5.4 Aprovechamiento (reciclaje)

En este capítulo se analizó la situación actual de los siguientes temas y se identificaron principales retos y dificultades:

- a. Proyecto Piloto de La Alquería (Proyecto Piloto de la Recolección Separada)
- b. Recolección de residuos reciclables por parte de recicladores
- c. Situación real de bodegas en Bogotá, D.C. y la clasificación realizada en La Alquería
- d. Empresas recicladoras

En Bogotá, D.C., excepto el área del Proyecto Piloto de la Recolección Separada, no se separan residuos reciclables de otros residuos y se entregan mezclados. Es muy importante analizar la situación actual del Proyecto Piloto de la Recolección Separada e identificar dificultades y retos principales para diseñar y definir el plan de recolección separada del futuro.

También fue analizada la situación de recicladores que seleccionan y recolectan residuos reciclables de residuos entregados en zonas urbanas, a través de los estudios existentes.

La Alcaldía Mayor de Bogotá planea juntar bodegas de residuos reciclables. En este capítulo, además del análisis de la situación real sobre estas bodegas a través de estudios existentes, se analizó la situación actual del Centro de Acopio La Alquería donde se clasifican residuos reciclables recolectados en el Proyecto Piloto y se identificaron retos y dificultades principales.

### 5.4.1 Situación actual y retos del Proyecto Piloto de la Recolección Separada

#### 5.4.1.1 Situación actual

##### a. Tasa de participación

El área objeto del piloto está conformada por 302 barrios (en Bogotá hay alrededor de 2.300 barrios. En 302 barrios hay 670.000 usuarios). El área piloto corresponde al 13% del total, y el 37% de la población (población total: 8 millones de personas, el número promedio de personas por hogar es de 4,5)

Se supone que se entregan los siguientes residuos desde el área objeto del piloto:

$$320 \times 0.20 \times 7 \times (670.000 \times 4.5) / 1.000.000 = 1.351 \text{ t/semana} = 193 \text{ t/día}$$

- Cantidad de entrega de residuos residenciales por persona por día: 320g/persona/día
- Tasa de residuos reciclables mezclados: 20%
- Cantidad de residuos reciclables mezclados: 64 g/persona/día
- Frecuencia de recolección: 1 vez/semana

Sin embargo, la cantidad que se recolecta en realidad es alrededor de 10t/día y de las cuales los residuos reciclables ocupan el 60%.

Por lo tanto, se estima que la tasa de participación en la recolección separada es 3,1%  $\{(10t \times 60\%) \div 193t\}$ , es decir, solamente se está separando el 3,1% de los residuos sólidos que deberían ser separados en la fuente.

#### b. Almacenamiento y entrega

En la siguiente tabla se muestra la comparación de las categorías y el método de la entrega entre el proyecto piloto y los otros barrios.

Cuadro 5-34: Clasificación y método de entrega de residuos sólidos

Aspectos		Proyecto piloto de recolección separada	Recolección de residuos en otros sectores que PP
Clasificación de entrega		2 categorías (residuos reciclables y otros)	Mezclados
Barrios objeto		302 barrios (estratos 2 a 6) 670.000 hogares	Todos los otros barrios de Bogotá D.C.
Método de entrega	Envase de entrega	No están definidos Principalmente se utilizan bolsas de plástico para ambas categorías.	No están definidos Principalmente se utilizan bolsas de plástico.
	Lugar de entrega	Anden en frente de cada hogar	Anden en frente de cada hogar
	Horario de entrega	Avisa la llegada del camión de recolección con una melodía.	-
	Frecuencia de entrega	Otros: 3 veces por semana Residuos reciclables: 1 vez por semana	3 veces por semana

La recolección de otros residuos diferentes que residuos reciclables se realizan 3 veces por semana, por lo tanto la fecha de recolección de residuos reciclables está establecida evitando esas fechas.

Hay personas que entregan residuos reciclables en forma organizada, atando cartones con cuerdas y lavando botellas de PET, pero a la vez se ven casos en que se entregan otros residuos mezclados.

#### c. Recolección y transporte

En el siguiente cuadro se muestra el sistema de recolección y transporte de residuos en el área objeto del piloto La Alquería y los otros barrios.

Cuadro 5-35: Sistema actual de recolección y transporte

Aspectos	Área piloto de recolección separada	Otros sectores de Bogotá D.C.
Recolector	Residuos de alimentos: Concesionario de recolección Residuos mezclados reciclables: Concesionario de recolección	Concesionario de recolección
Maquinaria de recolección	Otros residuos: Camión compactador (17m3) Residuos reciclables: Camión contenedor con puertas (4t)	Camión compactador (17m3)
Sistema de recolección	Otros residuos: Conductor: 1 Recolector: 2	Conductor: 1 Recolector: 2
Sitio de recolección	Otros residuos y residuos mezclados reciclables : Andén en frente de cada hogar	Andén en frente de cada hogar
Rutas de recolección (áreas de recolección)	Con 9 camiones contenedores 84t/unidad) cubren 73 rutas.	Cuatro empresas de recolección cubren 6 áreas de recolección
Frecuencia de recolección	Otros residuos: 3 veces /semana Residuos reciclables: 1 vez/semana	3 veces/semana
Horario de recolección	Se avisa con la melodía.	-

Cuadro 5-36: Tipo y número de vehículos de recolección

Operadora	Tipo y número de vehículos
Aseo Capital	Volqueta contenedor (22m3): 2
ATESA	Volqueta contenedor (22m3): 1
Ciudad Limpia	Camión compactador (11-15 m3): 3
LIME	Volqueta contenedor (22m3): 2

Se observaba que se ofrece el servicio confiable para la comunidad por la actitud buena de los recolectores, el uso del uniforme y la limpieza de los vehículos.

En muchas veces el carro de recolección tuvo que hacer la U o ir en reversa para llegar al sitio de entrega. También se ven rutas repetidas. Estos serán objeto de mejoramiento.

**d. Clasificación**

Se describen más detalladamente en “Situación actual y retos de residuos reciclables de La Alquería”.

### 5.4.1.2 Retos

- Según la observación de la situación de la recolección en el área del Proyecto Piloto de la Recolección Separada, aunque todavía hay diferencia por barrio, se ve que la recolección separada de residuos reciclables se ha difundido relativamente.
- De aquí en adelante es importante difundir en la comunidad el conocimiento sobre la categoría de clasificación, realizar un proyecto piloto con actividades de sensibilización para habitantes no participantes u organizar reuniones y campañas por barrio para incentivar la participación en la recolección separada, con el fin de incrementar el volumen de recolección de residuos reciclables en el área del Proyecto Piloto.
- La mejora física de La Alquería tiene límite por el área del lote. Para poder atender al incremento del volumen de residuos reciclables del área de PP, es necesario adelantar la obtención de nuevo centro de acopio.
- En cuanto al servicio de recolección separada actual, aunque haya problema de eficiencia, se ve que se presta un servicio confiable para la comunidad ( se observó que muchos habitantes esperan la recolección).




En el siguiente cuadro, se muestra el resultado del análisis de medidas de mejora de la recolección separada de residuos reciclables.

Cuadro 5-37: Análisis de medidas de mejora de la recolección separada de residuos reciclables

Aspectos	Mejora
1. Sistema de almacenamiento y entrega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la situación actual:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Frecuencia de la entrega: 1 vez por semana</li> <li>- Envase de entrega: No hay envase específico</li> <li>- Lugar de entrega: en frente de cada hogar (en las curvas)</li> </ul> </li> <li>• Aspectos objeto de la mejora:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Horario de la entrega: Difundir el horario de la entrega. Orientar a la comunidad para que entreguen residuos reciclables antes de la llegada del vehículo de recolección.</li> <li>- Es necesario dar indicaciones sobre los tipos de residuos reciclables y el método adecuado de la entrega (referencia: categorías de clasificación que se utilizan en La Alquería)</li> <li>- Método de entrega en conjuntos residenciales</li> </ul> </li> </ul>
2. Sistema de recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la situación actual:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prestación del servicio de recolección que da confianza a la comunidad</li> </ul> </li> <li>• Aspectos objeto de la mejora:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora del diseño de rutas de recolección</li> </ul> </li> </ul>

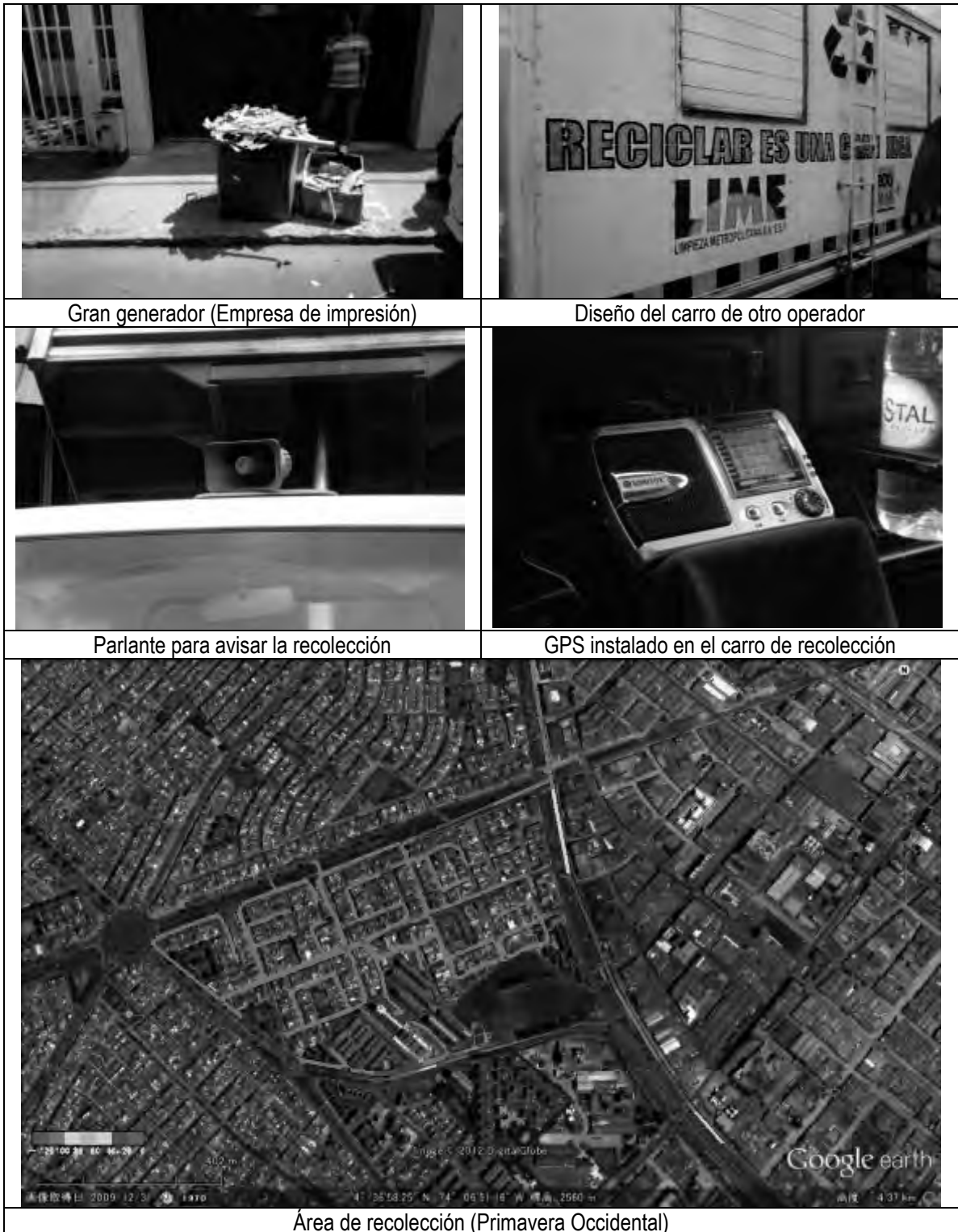
**5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos**

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis sobre el sujeto de recolección (empresa operadora u organizaciones de recicladores)</li> </ul>
3. Sistema de clasificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener la situación actual:</li> <li>• Aspectos objeto de la mejora:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejora de la instalación (Asegurar el espacio para la descarga y el espacio para la clasificación primaria, el mejoramiento de la línea de movimiento de transporte interno de residuos, la ubicación de embaladora y compresora)</li> <li>- La mejora física de La Alquería tiene límite por el área del lote. Para poder atender al incremento del volumen de residuos reciclables del área de PP, es necesario adelantar la obtención de nuevo centro de acopio.</li> <li>- Carga de los costos operativos</li> </ul> </li> </ul>

	
Carro de recolección al que se hizo seguimiento (Aseo Capital)	Recolección en un conjunto residencial
	
Selección de residuos no aprovechables de la caneca	Indicación de entrega separada en un conjunto residencial
	
Entrega por un establecimiento comercial	Un habitante que salió a entregar residuos, al



	<p>escuchar la música.</p> 
<p>Se cruzó con un reciclador</p>	<p>Un habitante que entrega residuos al recolector</p>
	
<p>Residuos reciclables entregados</p>	<p>Entrevista a la comunidad</p>
	
<p>Recolector en espera de la entrega de un establecimiento comercial</p>	<p>Inspector en acción</p>
	
<p>La manera cómo se deja los residuos no aptos para el reciclaje</p>	<p>Diseño del carro de recolección</p>



#### 5.4.2 Situación actual y principales retos de la recolección de recursos reciclables por parte de recicladores

Según el estudio “Caracterización de actividades de reciclaje en Bogotá” realizado por UAESP junto con la Universidad de Javeriana entre agosto y diciembre de 2010, se identificó la situación real de recicladores.

### 5.4.2.1 Situación actual

#### a. Número y distribución de recicladores

Según el resultado del estudio, el número total de los recicladores de Bogotá, D.C. es de 11.109 personas, de las cuales el 31% son mujeres y el 69% restante son hombres.

Las tres localidades donde se concentran más número de recicladores son Kennedy, Suba y Ciudad Bolívar. En estas tres localidades se concentran el 38% de recicladores y 45% de las bodegas. La distribución de recicladores por localidad corresponde a la distribución de bodegas.

Cuadro 5-38: Número de recicladores por localidad

Localidad	Número de recicladores	Proporción (%)
01_Usaquen	225	2,0
02_Chapinero	44	0,4
03_Santa Fe	677	6,1
04_San Cristobal	508	4,6
05_Usme	316	2,8
06_Tunjuelito	222	2,0
07_Bosa	713	6,4
08_Kennedy	2078	18,7
09_Fontibón	495	4,5
10_Engativa	809	7,3
11_Suba	1129	10,2
12_Barríos Unidos	307	2,8
13_Teusaquillo	16	0,1
14_Los Mártires	737	6,6
15_Antonio Nariño	106	1,0
16_Puente Aranda	433	3,9
17_La Candelaria	257	2,3
18_Rafael Uribe	575	5,2
19_Ciudad Bolívar	1026	9,2
96_Centro de Acopio La Alquería	436	3,9
Total	11109	

#### b. Modalidad de actividad

El 81% de recicladores pertenecen a alguna organización de recicladores, y el 18% no pertenecen a ningún organización sino que trabajan individualmente.

Cuadro 5-39: Modalidad de actividades de recicladores

Categoría	Número de personas	Proporción (%)
Pertenece a alguna organización	9.013	81,1
No pertenece a ninguna organización	2.004	18,1
No se sabe	92	0,8
Total	11.109	100

**c. Sitios de recolección**

El 87% de los sitios de recolección de residuos reciclables de los recicladores son vías públicas seguidas por depósitos de conjuntos residenciales (7%) y depósitos de centros comerciales (2%).

Cuadro 5-40: Sitios de recolección de residuos reciclables de recicladores

Sitios de recolección	Número	Proporción (%)
Depósito de centros comerciales	224	2,0
Depósito de conjuntos residenciales	784	7,1
Vías públicas	9.667	87,0
Otros	339	3,1
No se sabe	95	0,9
Total	11.109	100

**d. Sitios de venta de recursos reciclables recolectados**

La mayoría de recursos reciclables recolectados por recicladores se venden a bodegas y muy poca proporción se vende a empresas.

Cuadro 5-41: Sitios de venta de recursos reciclables recolectados

Sitios de venta	Número de personas	Proporción
Camiones	177	1,6
Bodegas	10.656	95,9
Empresas	186	1,7
Otros recicladores	70	0,6
No se sabe	20	0,2
Total	11.109	100,0

**e. Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados**

En promedio un reciclador recolecta 800kg de recursos reciclables por mes. La proporción de recursos reciclables recolectados se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5-42: Tipo y cantidad de recursos reciclables recolectados

Papeles	Metales	Plásticos	Vidrios	Otros	Total
36,8%	28,1%	21,9%	11,7%	1,4%	100,0%

**5.4.2.2 Retos**

- Hay pocos recicladores que pertenezcan a alguna organización. Para organizar recicladores masivamente de aquí en adelante se requiere algún incentivo visible.
- Es problemático que recicladores dejen residuos regados después de sacar recursos reciclables desde residuos sacados en las calles.
- Que sea un reciclador organizado o un reciclador individual, las condiciones laborales son precarias y se requieren mejoras en aspectos higiénicos.
- Aunque son recicladores organizados se dedican a la clasificación en una mesa sencilla colocada en un parque. En caso de recicladores individuales dejan parqueada su zorra en un separador de la vía y se dedica a la separación ahí mismo. En ambos casos, condiciones laborales no son buenas.
- En UAESP se formó un grupo de trabajo para la organización de recicladores donde se definirá el plan de acción y el sistema de implementación de actividades.



5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

	
<p>Zorras (carroza de recolección) y triciclo</p>	<p>Botellas de PET separadas</p>
	
<p>Entrevista a algunos recicladores</p>	<p>Recolección de otros residuos que se realiza al lado de recicladores</p>

## 5.5 Diagnóstico Relleno Sanitario Doña Juana

### 5.5.1 Introducción

El Relleno Sanitario Doña Juana inicia sus actividades en el año 1988 y actualmente recibe los residuos sólidos domiciliarios y comerciales generados en Bogotá y de los municipios de Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fosca, Gutiérrez, Ubaque, Une, y otros menores (Alcaldías locales, juntas de acción comunal).

Mensualmente se disponen del orden de las 190.000 toneladas de residuos, alcanzando un máximo diario de aproximadamente 8.400 toneladas.

Los residuos son dispuestos actualmente en la zona de Optimización Fase 1 la cual se encuentra operada desde el año 2011.

La administración del Relleno Sanitario Doña Juana recae en la Unidad Especial de Servicios Públicos UAESP, la cual mantiene los siguientes contratos o concesiones para la correcta ejecución del proyecto de Relleno Sanitario:

- Contrato de Concesión N° 344 de 2010 suscrito entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y la Sociedad Centro de Gerenciamiento de Residuos Doña Juana S.A. ESP (CGR Doña Juana S.A. ESP) para la *“Administración, Operación y Mantenimiento Integral del Relleno Sanitario Doña Juana de la Ciudad de Bogotá D.C. Colombia, en sus componentes de disposición final de residuos sólidos y tratamiento de lixiviados, con alternativas de aprovechamiento de los residuos que ingresen al RSDJ, provenientes del servicio ordinario de aseo”*. CGR Doña Juana S.A. ESP asume la operación del Relleno Sanitario el 16 de diciembre de 2010.
- Contrato de Concesión N° 137 suscrito entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y la Sociedad Biogás Doña Juana S.A. ESP, para el *“Tratamiento y Aprovechamiento del Biogás proveniente del Relleno Sanitario Doña Juana del distrito Capital, aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL del Protocolo de Kyoto”*. A partir de septiembre de 2009 se inicia la certificación de emisiones de acuerdo a lo indicado en contrato.
- Contrato de Interventoría N° 130 de 2011 suscrito entre la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP) y la Unión Temporal INTER DJ, cuyo objetivo es *“Realizar la interventoría integral de los contratos de concesión para la administración, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario Doña Juana en sus componentes de disposición final de residuos sólidos ordinarios y hospitalarios, tratamiento de lixiviados, tratamiento y aprovechamiento de biogás, aprovechamiento de residuos sólidos provenientes del servicio ordinario de aseo y todas aquellas obras ejecutadas en su interior”*. La empresa Unión Temporal INTER DJ inicia sus actividades el 20 de junio de 2011.
- Contrato de Obra N° 346 de 2010 suscrito entre la Unidad Administrativa Especial de

Servicios Públicos (UAESP) y la empresa Unión Temporal Cerramiento MV, cuyo objetivo es “Realizar los estudios, diseños y construcción del cerramiento perimetral del Relleno Sanitario Doña Juana”. Durante el mes de Octubre de 2012 se formalizaron las actas de terminación y recibo final de las obras.

A continuación se presenta una reseña histórica del Relleno Sanitario Doña Juana.

### 5.5.2 Reseña Histórica

El Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) está ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, al sur oriente de la ciudad de Bogotá, D.C. El predio limita hacia el oriente con la Avenida Boyacá y el río Tunjuelo, al occidente con la vía rural a Pasquilla y predios de particulares, al sur con la Quebrada Aguas Claras y al norte con predios de particulares (ver imágenes siguientes).

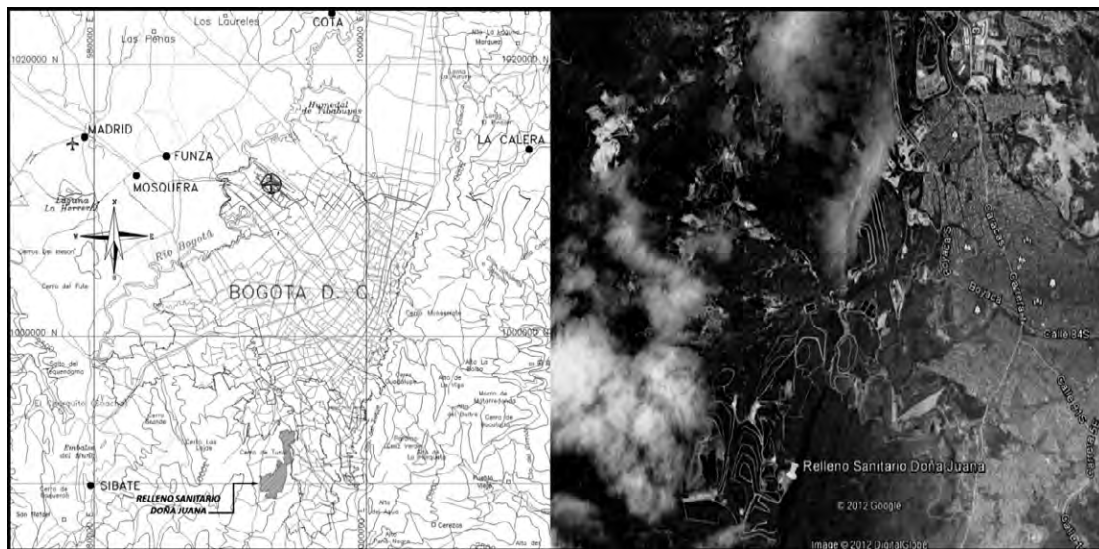


Figura 5-11: Ubicación Relleno Sanitario Doña Juana

Las coordenadas geográficas de los límites del predio donde se ubica el Relleno Sanitario corresponden a:

Cuadro 5-43: Coordenadas Geográficas Vértices RSDJ

Vértice	Latitud	Longitud
1	4° 32' 03.23"	74° 07' 46.08"
2	4° 29' 17.68"	74° 08' 15.92"
3	4° 30' 41.19"	74° 07' 37.39"
4	4° 30' 21.84"	74° 08' 50.47 "

El área total sin tener en cuenta la superficie de los predios nuevos para la Zona de Optimización ni predios nuevos de la Zona de amortiguamiento, es de 483,13 hectáreas, de



las cuales solamente 189,69 hectáreas (37,15%) son utilizadas para la operación del Relleno Sanitario; esta última área se ha repartido en ocho (8) zonas, en las cuales se han desarrollado o están en proceso de desarrollo las etapas de disposición de residuos sólidos convencionales y de residuos hospitalarios. Por otra parte, durante los años 2007, 2008, 2009, 2010 y 2011 la UAESP ha adquirido o está en proceso de adquisición de 94,46 hectáreas para la Zona de amortiguamiento y 15,05 hectáreas para la Optimización de Zona VIII, con lo que el área total del relleno una vez se culminen las adquisiciones, ascenderá a 594,92 hectáreas.

La disposición de residuos se ha realizado en distintas áreas del Relleno Sanitario, denominadas zonas y la secuencia de disposición corresponde a:

- Zona I recibió residuos desde el 1 de noviembre 1988. Recibió residuos sólidos domésticos, comerciales, institucionales, de barrido de calles y áreas públicas e industriales producidos en el área urbana de Bogotá y en algunos municipios cercanos. Dicha Zona recibió aproximadamente 7 millones de toneladas de residuos hasta febrero de 1995.
- Actualmente, en su etapa 1, se acondicionó un área de contingencia denominada “Biosólidos” en donde se están disponiendo residuos desde finales de septiembre de 2010.
- La Zona Mansión se desarrolló a continuación de la Zona I, al costado noreste, y tiene una extensión aproximada de 10 hectáreas.
- La Zona II, se encontraba en desarrollo cuando ocurrió el derrumbe de residuos el 27 de septiembre de 1997. El área aproximada es de 31 hectáreas y su capacidad estaba calculada para recibir residuos entre 4 y 5 años aproximadamente, pero solamente estuvo en operación 1,5 años.
- La Zona II Área 3, cuyo acondicionamiento terminó el 8 de septiembre de 2008, se utilizó como zona de recibo de residuos paralela a la Zona VIII hasta el mes de mayo de 2009, cuando copó su capacidad. Tiene un área de 3,3 hectáreas y la cantidad total de residuos colocados fue de 515.000 toneladas.
- La Zona III fue inicialmente reservada para desarrollar el Relleno Sanitario de Seguridad de los desechos peligrosos; por condiciones técnicas y de desarrollo del Relleno se anexó a la Zona II.
- La Zona IV, con una superficie de 19 hectáreas, fue utilizada como zona de emergencia como consecuencia del derrumbe de residuos en la Zona II. Se dispusieron residuos sólidos hasta enero de 1999, su capacidad alcanzó a los 2,1 millones de toneladas y actualmente está clausurada.
- La Zona V, no desarrollada hasta la fecha, está localizada en el costado oriental de la autopista a Villavicencio y está delimitada por el río Tunjuelo.
- En la Zona VI, cuya superficie es de 2,17 hectáreas, está adecuada una terraza como Zona de Emergencia para disposición de residuos sólidos, con capacidad para

150.000 toneladas; hasta julio de 2010 se estaba utilizando como almacenamiento de emergencia de los lixiviados producidos antes de su tratamiento en la planta de tratamiento (STL). A partir de agosto de 2010 se había vuelto a reacondicionar como zona de emergencia de residuos domiciliarios, pero ante la ola invernal reinante y por consiguiente el incremento en la producción de lixiviados se volvió a acondicionar, en noviembre de 2010, nuevamente como pondaje de emergencia para el almacenamiento de lixiviados.

- La Zona VII, cuya superficie es de 40 hectáreas, entró en operación en enero de 1999 y se colmó a mediados del año 2002. Se depositaron 5,8 millones de toneladas; para lograr esta capacidad, Proactiva implementó una modificación al diseño original de las Terrazas 4, 5 y 6.
- La Zona VIII, tiene una superficie de 41,8 hectáreas; su adecuación se inició en mayo de 2010 y su diseño ajustado contempla una capacidad de 13 millones de metros cúbicos. Desde septiembre de 2010 no se disponen residuos en esta zona y está en proceso de clausura.
- La zona Fase 1 de Optimización aprobada por Resolución 2211 de 22 de octubre de 2008 de la CAR de Cundinamarca se encuentra en operación desde abril de 2011 tienen una superficie de 35 hectáreas a y una capacidad de recepción de 9.300.000 toneladas
- La Zona de Disposición de Residuos Hospitalarios, con una superficie de 1,9 hectáreas, está en operación desde julio de 1998 y tiene capacidad inicial para operar 7,5 años mediante 3 trincheras. Las modificaciones efectuadas por Proactiva en el año 2005 con la aprobación de la UAESP, buscaban extender la vida útil hasta aproximadamente septiembre de 2.006; pero esta vida útil se ha extendido aún más, porque desde agosto de 2006 los volúmenes dispuestos allí se redujeron a 9 toneladas mensuales en promedio, debido a que parte de los residuos hospitalarios se disponen directamente en la Zona de residuos convencionales, como residuos inertizados.
- Adyacente a la Zona VI se destinó un área de 3,6 hectáreas para la construcción de la Planta de Tratamiento de Lixiviados del Relleno Sanitario y de 2,9 hectáreas para la disposición de los lodos producidos por ésta.

La figura siguiente muestra el emplazamiento de las distintas zonas, en el Cuadro siguiente se entrega un detalle de la disposición de residuos por zona.



Fuente: Genivar 2011

Figura 5-12: Zonificación Relleno Sanitario Doña Juana

Cuadro 5-44: Disposición De Residuos Por Zona

Zona	Periodo de Operación	Vida útil (Años)	Área (ha)	Cantidad de Residuos (Ton)	Status
Antigua	Nov/88– Sep./93	5,0	80	7.000.000	Actualmente Empradizada
Zona I	Sep./93- Feb/95	1,5			
Mansión	Feb/95-Oct/95	0,8	10	1.000.000	Actualmente Empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas utilizado anteriormente como estudio piloto
II-Área I	Oct/95-Sep/97	2,0	25	3.000.000	Zona del derrumbe del 27/09/1997, restaurada después del evento.
II-Área II	Oct/98-Jul/00	N.A.	6,1	Zona del derrumbe	Actualmente Empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas. Zona de disposición de residuos provenientes del derrumbe.
II-Área III	Sep./08-May/09	1,0	3,3	515.000	Actualmente empradizada y con Sistema Forzado de Extracción de Gas.
IV	Sep./97-Ene/99	1,4	19	2.100.000	Empradizada, utilizada como zona de emergencia durante el derrumbe
VI	N.A.	N.A.	3,2	N.A.	Actualmente adecuada como zona de Emergencia y de disposición de lodos.
VII	Ene/99-Dic/02	3,0	40	6.000.000	Cerrada
VIII	Mar/02-Sep/10	6,2	41	13.040.240	En proceso de clausura y con Sistema Forzado de Extracción de Gas
Biosólidos	Oct/10-Abr/11	0,5		1.200.000	
Celda Hospitalarios	Jul/98 a la fecha	8,5	1,5	28.406	En operación
Fase 1 Optimización	Abr/11 a la fecha	4,8	35	9.300.000	En Operación

Fuente: (CGR Doña Juana S.A. ESP, 2011)

El año 1988 se inicia la operación del Relleno Sanitario Doña Juana para ello la Empresa Distrital de Aseo (EDIS) firma un contrato de concesión por la operación del Relleno Sanitario con la Empresa PROSANTANA hasta el año 1993;

En 1992 la EDIS contrata a la empresa HIDRIMECANICAS LTDA. Para la ejecución de los diseños de ampliación del relleno que incluyeron la Zona II, Zona V (residuos peligrosos), Zona IV y Zona VI (emergencia);

En 1995 se inicia la operación de la Zona II Área I;

En 1997 se produce el deslizamiento masivo de 800.000 m<sup>3</sup> de residuos sólidos, por lo cual se declaró emergencia sanitaria en el Distrito. Lo anterior resultó en la adecuación geomorfológica de la Zona II (Área I) y se construyó el relleno del Área II con los residuos recolectados del deslizamiento. El Área I fue adecuada en 1997y el Área II fue terminada en julio del año 2000.

En 1997 entra en operación la Zona IV, destinada como zona de emergencia para atender el deslizamiento generado en la Zona II. Esta zona fue operada inicialmente por la firma PROSANTANA, y posteriormente por el consorcio COR (Unión temporal de las firmas INCONTEMURILLO - LOBOGUERRERO).

En 1999 se instala el sistema de extracción forzada de biogás en la Zona La Mansión a través de la firma ESCO, cuyo objetivo era lograr una extracción más efectiva del biogás y lixiviados y minimizar la presión interna de poros en esta zona, mejorando las condiciones de estabilidad geotécnica de la misma.

En el mismo año se elaboran los diseños de la Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL) por la firma HERA HOLDINGS S.L del Consorcio HERA HOLDING S.L.-VELZEA LTDA.-NAM LTDA., y se contrata a la firma alemana FISCHNER para la puesta en marcha del Plan Maestro de Residuos Sólidos, con el cual se busca definir las estrategias y tecnologías futuras para el manejo y disposición final de los residuos sólidos de Bogotá hasta el año 2015.

En el año 2000 la CAR otorga la Licencia Ambiental para la Zona VIII a través de la Resolución RSDJ 2133.

A través del contrato C.011 de 2000 la UAESP traspasa la operación y mantenimiento del RSDJ al Consorcio Proactiva Doña Juana ESP S.A. hasta el 8 de octubre de 2009 y en dicho contrato se incluyen las obras de adecuación del terreno y la operación de la disposición técnica de los residuos sólidos, el diseño de las nuevas zonas de disposición final, los estudios, trámites y requerimientos ambientales y de otra índole que fueron necesarios para la operación, el mantenimiento del sistema de conducción de lixiviados y el mantenimiento general del predio.

En el 2002 entra en operación la Planta de Tratamiento de Lixiviados y se inicia la disposición de residuos en la Zona VIII

En el año 2005 se genera un paro cívico de las comunidades vecinas al RSDJ y bloqueo por dos días el ingreso de vehículos ante el anuncio de la expansión del relleno hacia el área rural.

En el año 2007 se firma el Contrato de Concesión para el tratamiento y aprovechamiento del biogás, entre la UAESP y Biogás Doña Juana a través de la aplicación del mecanismo de desarrollo limpio – MDL. El proyecto pretende reducir durante los próximos 20 años las emisiones de biogás en más de 14 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. El Acta de iniciación de éste se suscribió el 3 de abril de 2008.

A partir del 9 de octubre de 2009, mediante el contrato interadministrativo No. 398 de 2009 suscrito entre la UAESP y la empresa Aguas de Bogotá S.A. E.S.P, esta última asume las responsabilidades de realizar la operación, la administración y el mantenimiento del RSDJ, por un periodo de seis (6) meses en principio los cuales fueron prorrogados hasta el 12 de octubre de 2010, aclarando que los aspectos y diseños técnicos se continúan fundamentando en la documentación elaborada por Proactiva.

A partir del 13 de octubre de 2010 la operación y el mantenimiento del relleno fue asumida por CGR Doña Juana – Centro de Gerenciamiento de residuos S.A. ESP mediante el contrato de operación temporal 362 de 2010 suscrito con la UAESP, el cual tenía un plazo de 3 meses y que de común acuerdo entre las partes fue terminado el 16 de diciembre de 2010, para dar inicio al contrato de concesión 344 de 2010 suscrito también con CGR con un plazo de 11 años. El objeto de este contrato es asumir por su cuenta y riesgo, mediante la modalidad de concesión, la administración, la operación y el mantenimiento integral del Relleno Sanitario Doña Juana de Bogotá, D.C. – Colombia, en sus componentes de disposición final de residuos sólidos y de tratamientos de lixiviados, con alternativas de aprovechamiento de los residuos que ingresen al RSDJ, provenientes del servicio ordinario de aseo.

A partir del 12 de octubre de 2010 y mediante el contrato de operación temporal 359 de 2010 suscrito con la UAESP, la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de lixiviados pasa a ser de responsabilidad de CGR Doña Juana – Centro de Gerenciamiento de Residuos S.A. ESP, vencido éste se firma un nuevo contrato (384/2010) por un plazo de 5 meses, plazo que no se cumple ya que por acuerdo entre las partes se da por terminado el contrato y se da inicio al contrato de concesión 344 de 2010 suscrito también con CGR con un plazo de 11 años, una vez resueltos los inconvenientes de tipo jurídico que llevaron a suspender su iniciación por poco más de dos meses.

Para cumplir con las obligaciones establecidas en la Licencia Ambiental, Resolución CAR 2133 de 2000 y su modificación Resolución CAR 2791 de 2008, en la cual se establece la exigencia de construir un cerramiento perimetral del Relleno Sanitario Doña Juana con una longitud de siete (7) kilómetros, como medida ambiental complementaria, con el fin de generar un aislamiento definitivo del área del relleno con las comunidades aledañas de los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, evitar el paso de animales al interior del relleno, a

zonas clausuradas y demás predios pertenecientes a zonas de amortiguamiento del RSDJ, la UAESP realizó un proceso de licitación adjudicando el 16 de septiembre de 2010 el Contrato denominado Estudios, Diseño y Construcción del Cerramiento Perimetral del Relleno Sanitario Doña Juana RSDJ, a la UNIÓN TEMPORAL CERRAMIENTO MV, mediante la Resolución No. 671 de 2010 y acto seguido suscribió el Contrato de Obra No. 346 de 2010, el cual se inició formalmente el 19 de octubre de 2010, una vez cumplidos todos los requisitos legales para ello.

En el año 2011 la UAESP firma el contrato N° 130 de 2011 con la empresa UT INTER DJ, donde traspasa a esta empresa la obligación de “Realizar la Interventoría Integral de los Contratos N° 344 de 2010 para la Operación y Mantenimiento del Relleno, N° 137 de 2007 para el Tratamiento y Aprovechamiento del Biogás del RSDJ y N° 346 de 2010 para la construcción del cerramiento perimetral del RSDJ.

### 5.5.3 Normativa y Licencias Ambientales

#### 5.5.3.1 Normativa

El proyecto de Relleno Sanitario Doña Juana está sujeto al siguiente marco normativo:

Cuadro 5-45: Marco Normativo Aplicable Al Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana

Normativa	Descripción	Tema
Constitución Política 1991 Marco Normativo Colombiano		
Ley 99 de 1993	Creación del MAVDT	General
Ley 2811 de 1974	Código Nacional de Recursos Naturales	
Ley 388 de 1997 Ordenamiento Territorial		
Ley 507 de 2009	Modificación de Ley 388	Ordenamiento Territorial
Decreto 932 de 2002	Reglamentación Parcial Ley 388	
Decreto 1504 de 1998	Manejo de Espacio Público en el POT	
Decreto 564 de 2006	Licencias urbanísticas, Reconocimiento de Edificaciones, Función pública desempeñada por curadores urbanos, Legislación asentamientos humanos de viviendas de interés social	
Decreto 3600 de 2007	Acciones urbanísticas – Parcelación del suelo rural	
Decreto 4066 de 2008	Modificación Decreto 3600	
Resolución 673 de 2004	Sustracción de reservas forestales nacionales, cabeceras municipales y cascos corregimentales departamentales, incluyendo infraestructura y equipamiento de servicio básico y saneamiento ambiental asociado a dichos desarrollos	

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Normativa	Descripción	Tema
Ley 09 de 1979 Aire		
Decreto 02 de 1982	Emisiones Atmosféricas	Aire
Decreto 948 de 1995	Prevención y control de contaminación atmosférica, Protección calidad del aire. Modificado por: Dec. 2107 de 1995, Dec. 1697 de 1997, Dec. 1552 de 2000 y Dec. 979 de 2006	
Resolución 619 de 1997	Control de autoridades ambientales, Seguimientos particulares	
Resolución 601 de 2006	Norma de calidad del aire	
Resolución 627 de 2006	Ruido ambiental	
Resolución 3500 de 2005	Certificado para emisiones de vehículos	
Decreto 2629 de 2007	Biocombustibles	
Ley 30 de 1990	Convenio de Viena	
Ley 29 de 1992	Protocolo de Montreal	
Resolución 8321 de 1983	Protección y conservación de audición por las emisiones de ruido	
Resolución 2308 de 1986	Procedimiento de análisis de calidad del aire	
Resolución 898 de 1995	Calidad de combustibles de hornos/calderas/motores de combustión interna. Modificado por : Res 623 de 1998	
Resolución 1048 de 1999	Niveles permisibles emisión de fuentes móviles. Modificado por Res 910 de 2008	
Resolución 909 de 2008	Estándares de emisión fuentes fijas	
Ley 09 de 1979 Agua		
Ley 373 de 1997	Programa ahorro y uso eficiente del agua	Agua
Decreto 1594 de 1984	Vertimientos/Usos del agua. Modificado por Dec 1575 de 2007	
Decreto 1541 de 1978	Concesión de aguas de uso público superficiales y subterráneas. Modificado por Dec 2858 de 1981	
Decreto 155 de 2004	Reglamentación de tasas para permisos y concesiones	
Decreto 3100 de 2003	Reglamentación sobre tasas retributivas	
Decreto 3930 de 2010	Usos del agua, residuos líquidos y ordenamiento del territorio/vertimientos. Modificado por: Dec 4728 de 2010	
Resolución 1433 de 2004	Planes de saneamiento y manejo de vertimientos. Modificado por: Res 2145 de 2005	
Decreto 3102 de 1997	Instalación de equipos/sistemas de bajo consumo de agua. Modificado por: Dec 4121 de 1998	
Ley 79 de 1986	Conservación de agua	
Resolución 273 de 1997	Tasa retributiva por vertimientos líquidos para DBO y sólidos	
Resolución 1074 de 1997	Estándares ambientales para vertimientos	
Resolución 1096 de 2000	Adopción del RAS. Modificado por: Res 668 de 2003, Res 1447 de 2005, Res 1459 de 2005	
Resolución 865 de 2004	Metodología para cálculo de índice de escasez para aguas superficiales	
Resolución 866 de 2004	Adopción de formulario para cobro de tasas por utilización de aguas y estado de recursos hídricos	
Resolución 2115 de 2007	Sistema de control y vigilancia para calidad de agua de consumo humano	



Normativa	Descripción	Tema
Ley 09 de 1979 Residuos Sólidos		
Ley 1259 de 2008	Comparendo ambiental normas de aseo, limpieza y recolección de escombros	Residuos Sólidos
Decreto 1713 de 2001	Prestación servicio público de aseo/PGIRS. Modificado por Dec838 de 2005, Dec 1140 de 2003, Dec 1505 de 2003	
Resolución 2309 de 1986	Residuos especiales	
Resolución 415 de 1998	Casos y condiciones técnicas para combustión de aceite de desecho	
Resolución 1045 de 2003	Metodología para elaboración de PGIRS	
Resolución 1390 de 2007	Requisitos y procedimientos para generación de residuos o desechos peligrosos	
Ley 09 de 1979 Residuos Peligrosos		
Decreto 4741 de 1005	Manejo de residuos y desechos peligrosos en el marco de la gestión integral. Desarrollado parcialmente por Res 1402 de 2006, Res 1362 de 2007	Residuos Peligrosos
Ley 1252 de 2008	Normas prohibitivas sobre residuos y desechos peligrosos	
Resolución 970 de 2001	Límites máximos permisibles de emisión, requisitos y condiciones eliminación de plásticos contaminados con plaguicidas en hornos de producción de Clinker en plantas cementeras	
Resolución 693 de 2007	Criterios y requisitos para planes de gestión de devolución de documentos	
Ley 09 de 1979 Sustancias Nocivas		
Decreto 305 de 1988	Uso, aplicación, comercialización y aplicación de organoclorados	Sustancias Nocivas
Decreto 704 de 1986	Uso, comercialización y aplicación del DDT	
Decreto 1443 de 2004	Manejo de plaguicidas y otros desechos producidos	
Decreto 1609 de 2002	Transporte de mercancía peligrosa/terrestre	
Decreto 1973 de 1995	Seguridad en utilización de productos químicos en el trabajo	
Decreto 321 de 1999	Plan nacional de contingencia para derrames de HC, derivados y sustancias nocivas	
Ley 55 de 1993	Aprobación convenio sobre seguridad para utilización de productos químicos en el trabajo	
Ley 1196 de 2008	Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes	
Ley 1021 de 2006 Ley Forestal		
Ley 1791 de 1996	Plantaciones forestales	Ley Forestal
Decreto 1791 de 1996	Régimen de aprovechamiento forestal	
Decreto 1824 de 1994	Procedimiento para inventario forestal	
Decreto 877 de 1976	Usos del recurso forestal	

Fuente: CGR

**5.5.3.2 Licencias Ambientales**

El Relleno Sanitario Doña Juana cuenta con las siguientes Licencias y Modificaciones de Licencia otorgadas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR):

**Cuadro 5-46: Licencias y sus Modificaciones del Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana**

Legislación	Fecha Publicación	Objeto	Área licenciada
Resolución 2133	29 Dic 2000	Por la cual se otorga una Licencia Ambiental Única para la Zona VIII del Relleno Sanitario Doña Juana	Zona VIII
Resolución 2791 (Modificación)	29 Dic 2008	Por la cual se modifica una Licencia Ambiental y se toman otras determinaciones	Terraza 8 Zona VIII
Resolución 628 (Modificación)	10 Abr 2008	Por la cual se autoriza la disposición de residuos sólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana y se adoptan otras determinaciones	Zona II – Área 3
Resolución 2211 (Modificación)	22 Oct 2008	Por la cual se modifica una Licencia Ambiental otorgada mediante Resolución No. 2133 del 29 de diciembre de 2000	Optimización Fase 1

Fuente: CGR

Adicionalmente cuenta con permisos y concesiones ambientales que se detallan en el cuadro siguiente:

**Cuadro 5-47: Permisos - Concesiones Ambientales Y Otras Autorizaciones Del Proyecto Relleno Sanitario Doña Juana**

Autorización	Fecha Publicación	Objeto	Tema
Resolución 0988	30 Septiembre 2004	Se autoriza a la Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. – Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, para que lleve a cabo la plantación de 18400 árboles en el área del relleno	Reforestación
Resolución 166	2008	Por la cual se modifica una Resolución y se toman otras determinaciones	Norma de vertimientos sobre Río Tunjuelo
Resolución 2101	08 Noviembre 2005	Por la cual se modifica la Resolución 0988 de 2004	Reforestación
Resolución 724	2010	Por la cual se autoriza el reglamento para la concesión del manejo y operación del Relleno Sanitario Doña Juana	Resolución 724
Resolución 362	08 Mayo 2001	Por medio de la cual se autoriza la Disposición de Biosólidos en el Relleno Sanitario Doña Juana y se toman otras determinaciones (Disposición con carácter investigativo)	Resolución 362
Resolución 666	Abril 2005	Por la cual se autoriza a la UAESP el aprovechamiento y disposición de los biosólidos proveniente de la PTAR El Salitre, en la capa de cobertura final de la zona VIII del Relleno Sanitario Doña Juana	Resolución 666

Fuente Elaboración propia

### 5.5.3.3 Contratos y Concesiones

Actualmente la Unidad Especial de Servicios Públicos, UAESP mantiene los siguientes Contratos:

<b>Nº Contrato</b>	<b>Contrato de Concesión No 137 de 2007</b>
Concesionario	Biogás Doña Juana S.A. ESP (antes Consorcio Biogás Doña Juana)
Objeto del Contrato	Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás proveniente del Relleno Sanitario Doña Juana del Distrito Capital, aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL del Protocolo de Kyoto
Valor	Cuantía indeterminada
Plazos	23 años y un mes
Fechas	Firma Contrato 01 de Noviembre de 2007 Acta de Iniciación 3 de Abril de 2008
<b>Nº Contrato</b>	<b>Contrato de Concesión No 344 de 2010</b>
Concesionario	Sociedad Centro de Gerenciamiento de Residuos Sólidos Doña Juana S.A. ESP - CGR Doña Juana S.A. E.S.P.
Objeto Contrato	Administración, Operación y Mantenimiento Integral del Relleno Sanitario Doña Juana de la Ciudad de Bogotá D.C., - Colombia, en sus Componentes de Disposición Final de Residuos Sólidos y Tratamiento de Lixiviados, con Alternativas de Aprovechamiento de los Residuos que ingresen al RSDJ, Provenientes del Servicio Ordinario de Aseo”
Plazos	11 años (sin embargo dicho plazo está sujeto a la vida útil del RSDJ y de la Licencia Ambiental a obtener por parte del Concesionario para la ampliación de la II Etapa Zona Optimización)
Fechas	Firma Contrato 24 de septiembre de 2010 Acta Iniciación 16 de diciembre 2010
<b>Nº Contrato</b>	<b>Contrato de Obra Nº 346 de 2010</b>
Contratista	Unión Temporal Cerramiento MV
Objeto del Contrato	Estudios, Diseño y Construcción del Cerramiento Perimetral del Relleno Sanitario Doña Juana RSDJ
Fechas	Firma Contrato:23 de Mayo de 2011 Inicio : 19 de octubre de 2010
<b>Nº Contrato</b>	<b>Contrato de Interventoría Nº 130 de 2011</b>
Contratista	UT INTER DJ
Objeto del Contrato	Realizar la Interventoría Integral de los Contratos de Concesión para la Administración, Operación y Mantenimiento del Relleno Sanitario Doña Juana en sus Componentes de Disposición Final de Residuos Sólidos Ordinarios y Hospitalarios, Tratamiento de Lixiviados, Tratamiento y Aprovechamiento de Biogás, Aprovechamiento de

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

	Residuos Sólidos provenientes del Servicio Ordinario de Aseo y Todas aquellas Obras Ejecutadas en su Interior
Valor Contrato	Cincuenta y cinco mil quinientos ochenta y ocho millones setecientos setenta y seis mil trescientos sesenta y un pesos M/CTE IVA incluido (\$55.588.776.361,00)
Plazos	11 años
Fechas	Firma Contrato: 23 de mayo de 2011 Acta Inicio : 20 de Junio de 2011

### 5.5.4 Antecedentes Técnicos del Diseño del Relleno Sanitario

En la actualidad el Relleno Sanitario Doña Juana opera de acuerdo al diseño aprobado por la CAR a través de la Resolución 2211 de fecha octubre de 2008 y comprende la optimización de la Zona VIII Fase I, ver figura siguiente.

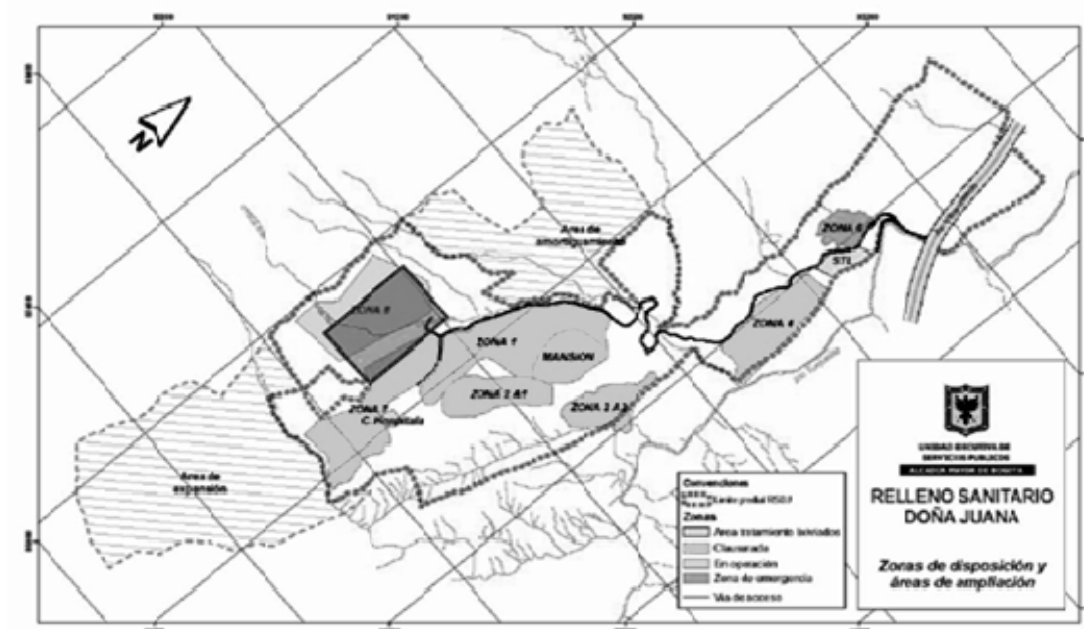


Figura 5-13: Área Zona Optimización Fase I

El proyecto presentado considera la optimización del uso de una superficie de 5,4 ha que se ubica entre la zona VII y Zona VIII y que estaba siendo ocupada por la línea eléctrica de alta tensión correspondiente a un tramo de la conducción Guavio-Tunal, para disponer allí los residuos sólidos ordinarios de Bogotá D.C.

Esta superficie según el proyecto presentado está limitada por el polígono comprendido por las siguientes coordenadas.

Cuadro 5-48: Coordenadas de Localización Zona Optimización Fase 1

Punto	Coordenadas	
	Norte	Este
P1	989514,355	992199,118
P2	989514,355	993035,133
P3	989283,013	993035,133
P4	989167,974	993119,866
P5	988992,255	993119,866
P6	988639,924	993068,063
P7	988544,186	993323,024
P8	988503,682	993311,051
P9	988451,292	993279,149
P10	988337,403	993303,075
P11	988128,328	993307,870
P12	988155,425	993169,722
P13	988225,253	993066,502
P14	988191,381	992842,338
P15	988734,979	992967,388
P16	988789,395	992807,514
P17	988632,639	992636,784
P18	988632,639	992200,000

Fuente: Resolución 2111

Los residuos sólidos que se dispondrán en la zona de optimización comprenden todos aquellos clasificados como Residuos Sólidos Urbanos (RSU) generados dentro de Bogotá D.C. y municipios de la región que tengan algún convenio con el Distrito. La composición de los RSU o residuos sólidos ordinarios está compuestos principalmente por materia orgánica (80,12%), plástico y caucho (10,69%), papel (3,37%), textil (3,28%), vidrio (1,19%), metales (0,72%) y madera (0,5%)<sup>3</sup>.

Las principales etapas de la actividad de optimización de la Zona VIII son: a) adecuación y construcción, b) Operación, c) Clausura y d) Post-clausura, mientras que los principales aspectos involucrados en la actividad de disposición final de los residuos sólidos ordinarios en la zona de optimización son, i) impermeabilización del fondo, ii) cobertura de los residuos con capas diarias/intermedias, iii) manejo de lixiviados y iv) manejo de gases.

El proyecto considera la disposición de los residuos sólidos ordinarios de manera tal que conformen una cuña que tendrá como base el terreno tipo lineal (de 720 metros de largo por un ancho promedio de 75 metros, que significa un área de 5,4 ha) que ocupaba la línea

<sup>3</sup> Fuente: “Complemento al Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del Relleno Sanitario Doña Juana”.

eléctrica, al occidente se recostará en el lado oriental de la Zona VIII, al oriente se recostará en el lado occidental de la Zona VII y cuya altura máxima se estima en 76 m. El volumen de desechos que se pueden disponer en esta fase del proyecto de optimización es de 7.088.453 m<sup>3</sup>, aproximadamente, lo que permitiría disponer aproximadamente unas 9.295.915 Toneladas de residuos, considerando una densidad de los residuos de 1,31 ton/m<sup>3</sup>.<sup>4</sup>

Basado en la capacidad de la Zona de Optimización Fase 1 y considerando la cantidad de residuos que ingresa diariamente al Relleno Sanitario Doña Juana el proyecto establece que la vida útil de esta zona se estima en 5 años.

### 5.5.4.1 Obras de adecuación del terreno

El proyecto de optimización contempla obras de adecuación dentro de las cuales se incluyen:

Retiro de líneas y torres de energía, desvío y replanteamiento de la conducción eléctrica y limpieza de la zona del proyecto.

Retiro, transporte y almacenamiento del material de cobertura vegetal que se encuentra en el área a intervenir, delimitada por la Zona VII y VIII que cubre una superficie de 5,4 ha.

Obras de modificación de la conducción de lixiviados en las zonas VII y VIII, esto debido a que los residuos se dispondrán apoyándose en los taludes de ambas zonas afectando estructuras de transporte de lixiviados ya construidas.

Excavación de las Terrazas (conformación del fondo del relleno), corresponde a la excavación y conformación geométrica de las terrazas sobre las cuales se realizarán los rellenos, previa adecuación de las mismas. Las pendientes, tanto de fondo de terraza como de los taludes de conformación, obedecerán a criterios de estabilidad y transporte de lixiviados según sean planteados por los análisis geotécnicos específicos de cada una (ver Figuras siguiente).

Construcción del Dique Norte, entre el dique norte de Zona VIII y dique No. 1 de Zona VII, obra indispensable para iniciar la operación en la zona de optimización. Las dimensiones del dique son ancho de corona 10 m, talud interno 2H: 1V, talud externo 2H: 1V.

Reconformación del Pondaje<sup>5</sup> VII, el cual se proyecta para una capacidad de 7.300 m<sup>3</sup>.

Conformación de vías de acceso al sector

---

<sup>4</sup> Densidad de acuerdo a los datos entregador en el documento “Complemento al Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del Relleno Sanitario Doña Juana” Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del Relleno Sanitario Doña Juana”

<sup>5</sup> Pondaje: Depósito o laguna de almacenamiento de lixiviados

Excavación del drenaje de fondo, el cual consta de una línea de captación principal a la cual le entregan líneas secundarias en forma de “L”.

Impermeabilización de las terrazas con el fin de asegurar el aislamiento de los desechos sólidos dentro del relleno con respecto al terreno natural, Esta impermeabilización contempla:

1. Compactación de la superficie de suelo natural (permeabilidad del suelo  $K=1 \times 10^{-8}$  cm/s).
2. Colocación y compactación de la capa de arcilla ( $K = 10^{-8}$  cm/s) en un espesor de 0,40 m o reemplazo de este material en aquellas zonas del suelo de fundación que no cumplan con esta especificación.
3. Geomembrana de polietileno de alta densidad (HDPE) de 0,75 milímetros de espesor (calibre 60 mils) ( $K < 10^{-10}$  cm/s).
4. Geotextil drenante y anti-perforación de geomembrana.

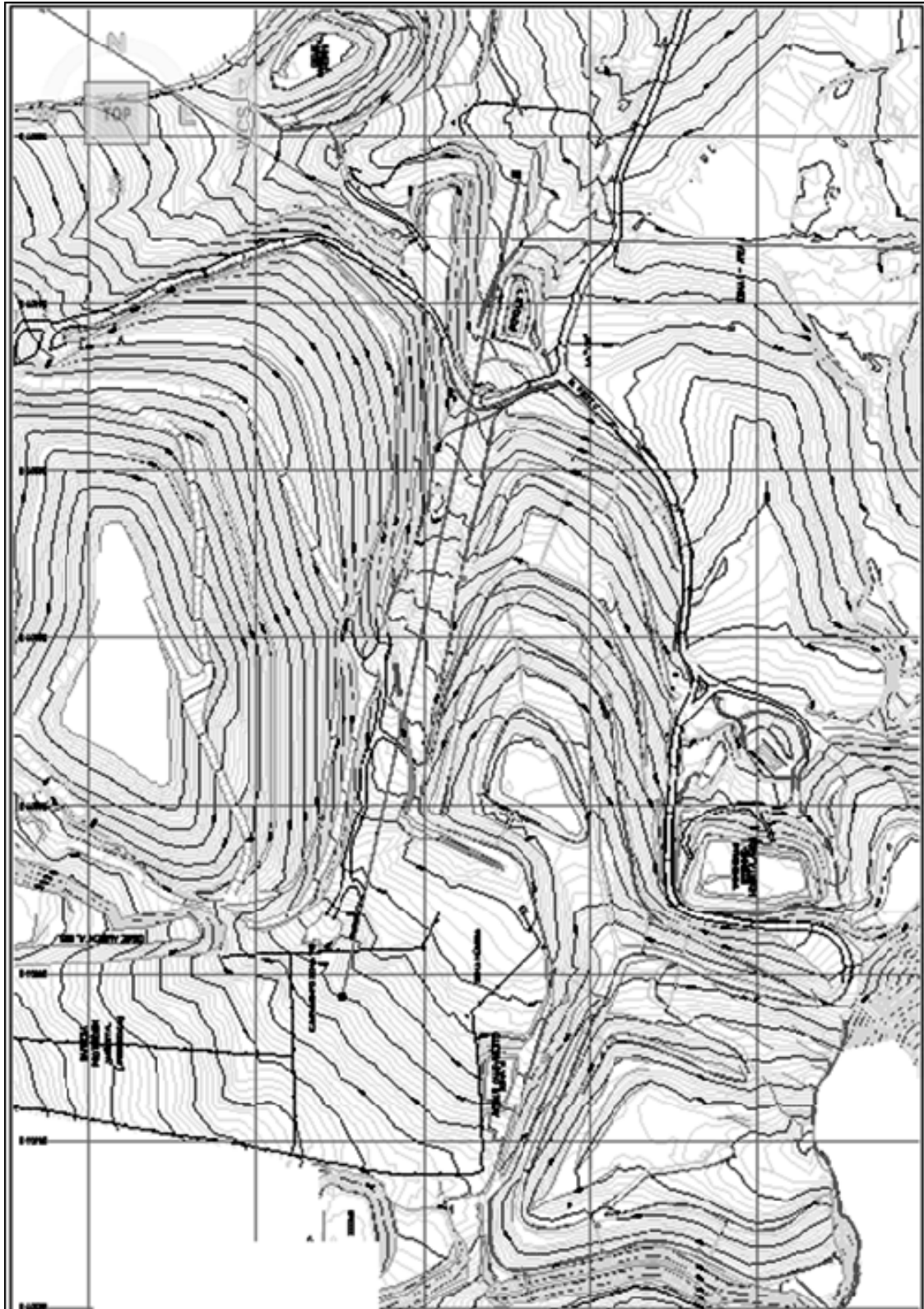
Las capas impermeables se extenderán a nivel de todo el fondo del relleno, incluyendo los taludes del mismo y las capas drenantes se extenderán únicamente a nivel de fondo de las terrazas del relleno.

Instalación del sistema de recolección y transporte de lixiviados que recibirá no solo lixiviados de la zona de optimización sino también de la Zona VII y VIII. Este sistema está compuesto por un colector principal en tubería de polietileno de alta densidad (HDPE) de 15” (380 mm) de diámetro. Los drenes secundarios serán construidos en forma de L y entregarán a éste. Estos drenes se desarrollan a través de zanjas construidas en las terrazas y en la parte alta del relleno y estarán conformados por una tubería perforada de 8” a 10” (200 – 250 mm) de diámetro, en un medio drenante de gravas de 4” a 6” (100 a 150 mm). Adicional a los sistemas descritos, en cada nivel se contempla la construcción de unas trincheras laterales de 3,00 m x 1,00 m, conformadas por fragmentos de roca de tamaño máximo de 200 mm (rajón), que desaguarán hacia el sistema de drenaje de fondo y/o al tope del nivel subyacente. La tubería del colector principal se conectará a una tubería de conducción, la cual entregará al pondaje VII.

Colocación de capas drenantes de fondo, que consiste en una aplicación de material granular, conformado por un lecho de rajón y gravas de 50-100 mm, en un espesor de 25 a 30 cm, colocado en toda la superficie de las terrazas, así como en las partes altas, donde se dispondrán los residuos siguiendo la topografía del terreno natural.

El sistema de captación estará sobre un geotextil que servirá como protección de la geomembrana y a su vez cumple la función de aumentar el ángulo de fricción entre geomembrana-residuos a lo largo de los taludes.

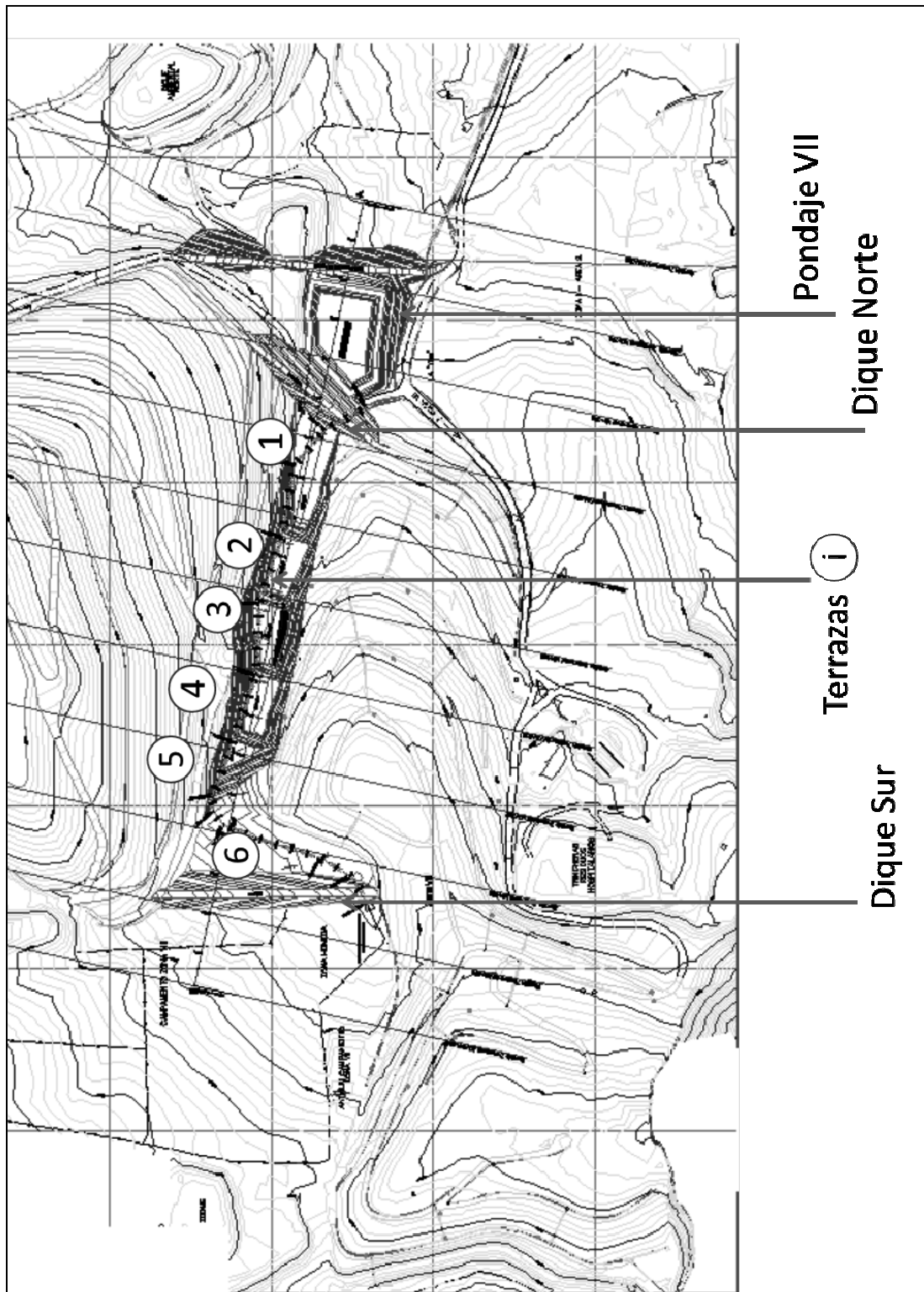
Las figuras siguientes muestran detalles de las obras de adecuación proyectadas.



Fuente: Proyecto Optimización

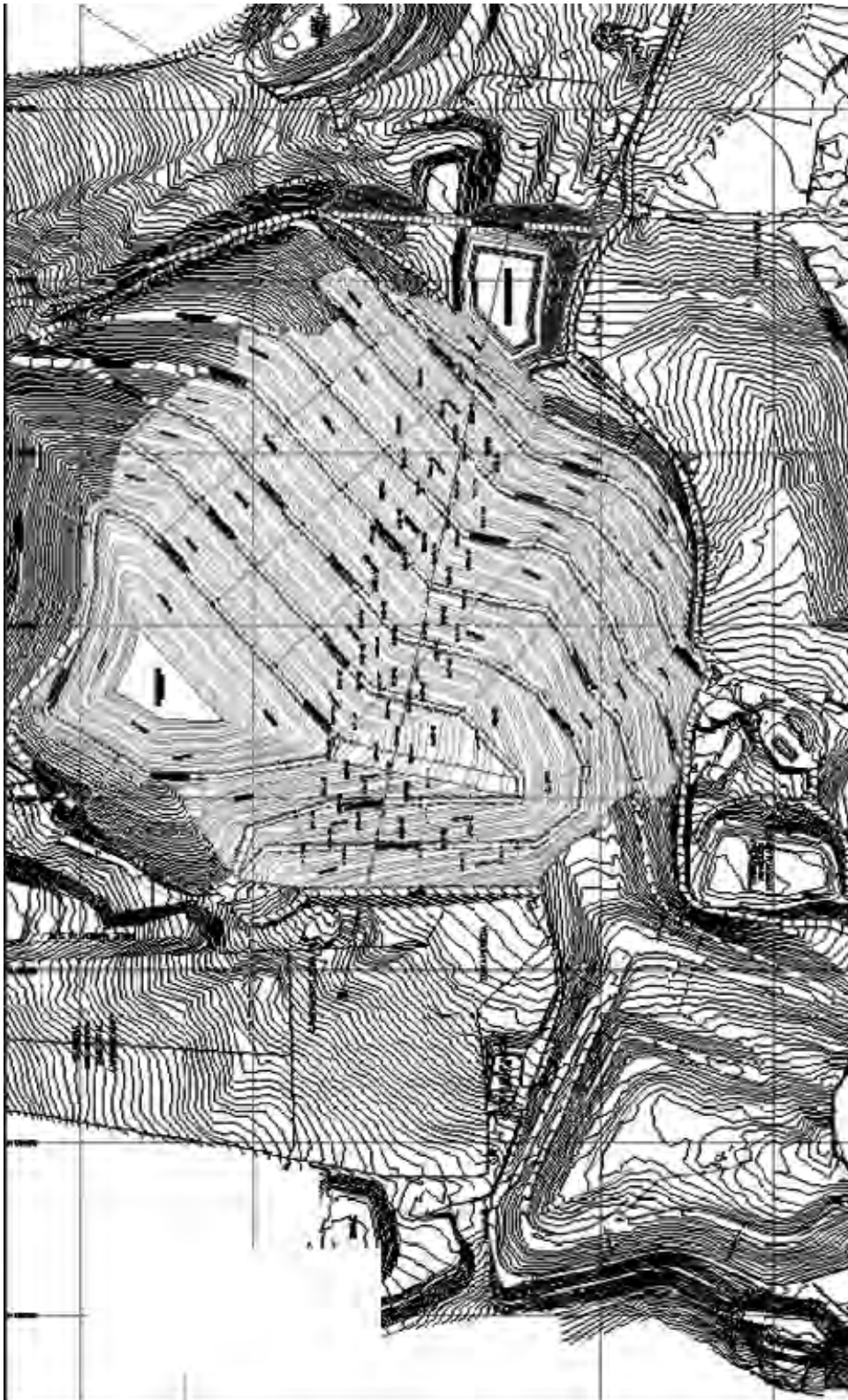
Figura 5-14: Topografía Inicial de la Zona de Optimización





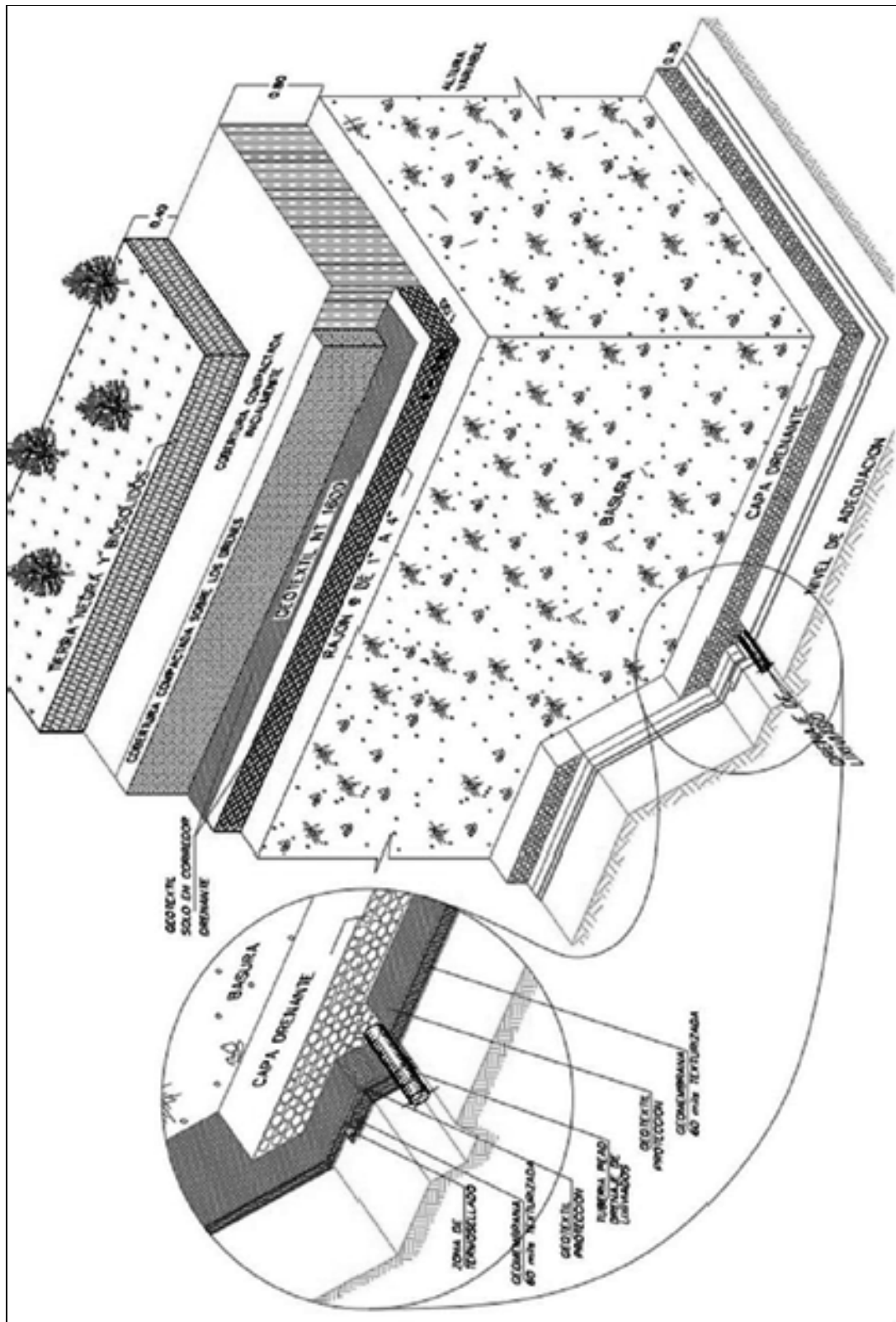
Fuente: Proyecto Optimización

Figura 5-15: Conformación del Fondo del Relleno



Fuente: Proyecto Optimización

Figura 5-16: Topografía Final Zona Optimización



Fuente: Proyecto Optimización

Figura 5-17: Esquema General del Relleno Sanitario

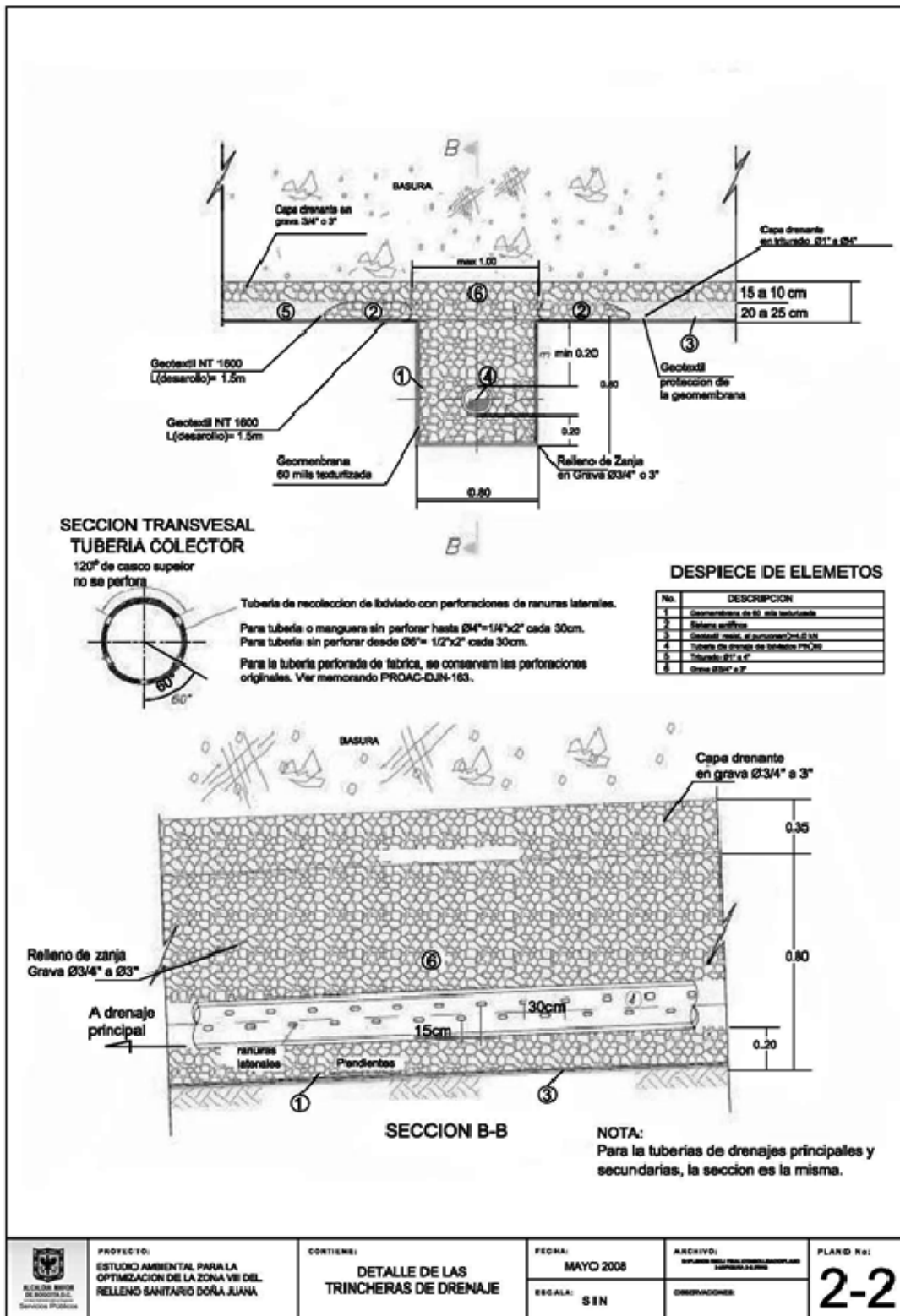


Figura 5-18: Detalle de Trincheras de Drenaje

#### 5.5.4.2 Operación del Relleno Sanitario Zona Optimización

En cuanto a la operación que el proyecto contempla el relleno se desarrollará bajo la modalidad de niveles aterrizados, cada uno de ellos con alturas similares. Dentro de la etapa de operación se incluyen las siguientes actividades:

Disposición de residuos conformando celdas de altura máxima 3,0 m. El ancho del frente de trabajo es variable dependiendo el volumen de residuos ingresados, sin embargo y de acuerdo a proyecto se contempla un frente de descarga de 9.000 m<sup>2</sup> en promedio, 8.000 m<sup>2</sup> en época de invierno y 10.000 m<sup>2</sup> en verano. Durante la operación se prevé llevar un control estricto a nivel topográfico, de las cotas alcanzadas y del volumen de disposición diaria. Una vez se alcance el volumen disponible en cada nivel se procederá al inicio de la construcción del nivel inmediatamente superior.

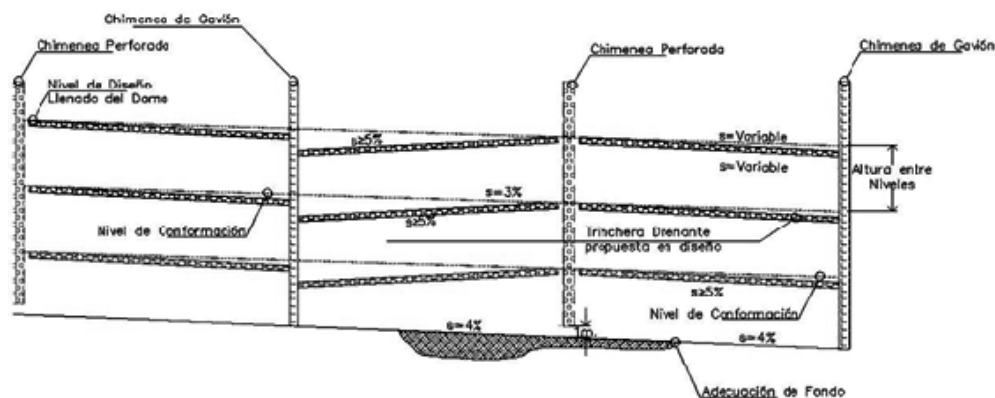
Diariamente los residuos serán cubiertos no pudiendo quedar expuestos por un periodo mayor a 24 horas. Esta capa de cobertura debe asegurar el máximo grado de aislamiento de los residuos.

De acuerdo al avance en la disposición de residuos se deberán ir retirando las coberturas parciales y definitivas de las zonas VII y VIII, de modo de lograr el contacto entre residuos nuevos con los ya dispuestos.

Construcción de chimeneas de evacuación de gases, En forma paralela a la disposición de residuos se construirán las estructuras de las chimeneas de desfogue de gases, que involucra además la prolongación de chimeneas existentes en las Zonas VII y VIII. En términos generales, todas las chimeneas de evacuación de gases siguen el mismo procedimiento constructivo: una columna cuadrada o circular de 1,0 m<sup>2</sup> de sección transversal constituida por material de tipo rajón de hasta 10" donde se tiene embebida, en el centro de la sección, una tubería de HDPE o PVC de 6" u 8" perforada (perforaciones de 0.5" al tres bolillo) siendo contenido el material por una malla eslabonada calibre 13 con huecos de 10 x 10 cm. Las chimeneas se van construyendo paralelamente al desarrollo del mismo relleno, aumentando su altura simultáneamente con éste, hasta llegar a un 90% de la altura total de residuos. A partir de ese punto, la chimenea se prolonga con la tubería de 6" a través de la cobertura final y sobresaliendo de esta cerca de 1,0 m. El remate de la chimenea se realizará empleando dos (2) codos de 90° de PVC.

Construcción de red de piezómetros, de igual forma en la medida que avance la disposición de residuos se contempla la colocación de la red de piezómetros para el control de las presiones internas del Relleno Sanitario.

Se contempla la construcción de trincheras drenantes o filtros de basura que optimizan la captación de lixiviados y gases. Estas estructuras consisten por una serie de trincheras excavadas sobre los residuos dispuestos y rellenas con material pétreo que sirven como drenes a diferentes intervalos o niveles de llenado de residuos. Dentro de esta red se contempla la construcción de drenajes adicionales de tipo basura-basura en los sectores donde se retire la cobertura final. La idea es generar zonas de contacto entre las masas antiguas de residuos dispuestos y los nuevos residuos. La siguiente figura muestra de forma esquemática estos contactos.



Fuente: estudio "Complemento al estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del RSDJ".

Figura 5-19: Esquema Sistema de Trincheras Drenantes

Construcción de variante vial para acceso a zona de descarga, en la medida que se vayan construyendo el relleno se replantearán las vías de acceso a la zona de descarga conformando la zona sobre material dispuesto y reforzada con material granular el cual ha de ser removido una vez esta zona sea objeto de relleno. El desarrollo geométrico de esta vía dependerá del avance de la obra.

Conformación del relleno en su parte superior, colocación de cobertura final definitiva y cierre del domo de operación. Alcanzada la capacidad de almacenamiento de residuos, se procederá a la colocación de las capas de cobertura final sobre el relleno. La cobertura final del talud principal de basuras se irá construyendo a medida que éste se va conformando por la disposición de residuos. La parte superior se construirá apenas se cumpla con el volumen máximo de disposición.

Colocada la capa final de cobertura en la parte superior del domo de optimización se considerará este como clausurado.

Construcción del sistema de manejo de aguas lluvias, el manejo de aguas lluvias se prevé realizarlo a través de los sistemas actuales de drenaje de los taludes de zona VII y VIII. A

medida que el relleno aumenta su altura, se construirán estructuras de desagüe superficial en el talud principal del domo de optimización.

#### 5.5.4.3 Clausura y Post Clausura de la Zona de Optimización.

Una vez alcanzada la cota de coronamiento del Relleno Sanitario y ejecutada la cobertura final se considera que el domo está cerrado, con el fin de monitorear los asentamientos y la producción de lixiviados y gases en esta zona se contempla:

- Instalación de puntos superficiales de control topográfico
- Monitoreo de la red de piezómetros
- Monitoreo red de inclinómetros

Además se consideran las actividades de:

- Empradización (siembra de pasto) y recuperación paisajística
- Actividades de aprovechamiento de gases y tratamiento de lixiviados.

Según el estudio “Complemento al Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del RSDJ”, los costos estimados para el desarrollo del proyecto corresponden a:

Cuadro 5-49: Costos Estimados para el Desarrollo del Proyecto de Optimización

ITEM	COSTO
Optimización zona VIII	MM\$
Adecuación	12.238,4
Operación	31.298,1
Clausura	5.176,2
Mantenimiento	1.013,5
Administración	3.951,6
Imprevistos	2.254,3
Obras complementarias	8.440,4
Deducibles	-880,2
<b>TOTAL</b>	<b>63.492,3</b>

#### 5.5.4.4 Plan de Manejo Ambiental.

Los planes de manejo ambiental que se incluyen en el proyecto comprende:

Programa de uso y aprovechamiento de los recursos naturales, a través de medidas relacionadas con el reemplazo vegetal, empradización, manejo de sobrantes, control de erosión y manejo de aguas de escorrentía, protección de fauna silvestre y restauración paisajística y repoblamiento vegetal.

Programa de manejo de actividades tecnológicas, a través de medidas relacionadas con el manejo de materiales de construcción, control de calidad de aire, manejo de lixiviados, manejo del campamento, disposición de residuos en el RSDJ y clausura y post clausura.

Programas sociales a través de medidas relacionadas con la estrategia de comunicación con la comunidad del área de influencia indirecta del RSDJ, generación de empleo temporal y cualificación de mano de obra y responsabilidad social en la operación del RSDJ.

Programa de mejoramiento continuo que incluye acciones que aseguran la actualización y el mejoramiento de programas o fichas ambientales no efectivas.

El costo anual del plan de manejo ambiental del proyecto de optimización de la zona VIII del RSDJ asciende a \$285 millones (sin considerar el costo del monitoreo y seguimiento); adicionalmente está contemplada una inversión inicial de \$106,4 millones.

### 5.5.4.5 Plan de Monitoreo y Seguimiento

Sobre la base del análisis de los impactos ambientales previstos, se definió el plan de monitoreo y seguimiento que contempla:

Para el componente agua se considera: i) muestreos mensuales de lixiviados, calidad del agua de escorrentía, agua superficial y agua potable, ii) trimestralmente de recursos hidrobiológicos y ii) semestralmente de calidad de agua sub superficial.

Para el componente aire: i) tres muestreos al año de las chimeneas, ii) trimestralmente de calidad del aire y iii) semestralmente de partículas y olores.

Para el componente suelo se realizará mensualmente caracterización de los residuos sólidos que llegan a la zona de optimización.

El seguimiento o supervisión del plan de manejo ambiental incluye el reporte del cumplimiento y efectividad de los programas, el cual se realizará de acuerdo con lo previsto en la metodología del Informe de Cumplimiento Ambiental (ICA) establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

El costo anual del plan de monitoreo se ha calculado es \$685,7 millones (sin considerar el seguimiento o supervisión ambiental que está incluido en el contrato de interventoría integral del relleno).

### 5.5.4.6 Plan de Contingencia

Se formula un Plan de Contingencia con el fin de permitir el normal funcionamiento de la construcción y operación del RSDJ en la zona de optimización en el evento de que alguna de las funciones o actividades se viese alterada por un accidente. La función principal del éste



plan es, además de enfrentar tales acontecimientos fortuitos, darle continuidad a la prestación del servicio de disposición final de los residuos sólidos de Bogotá, D.C.

Este plan de contingencia está estructurado con base en la evaluación de los posibles eventos contingentes, la planificación de las acciones y procedimientos, el análisis de viabilidad y los soportes operativos

## **5.5.5 Operación Actual del Relleno Sanitario Doña Juana**

### **5.5.5.1 Infraestructura Existente**

El Relleno Sanitario Doña Juana en la actualidad cuenta con la siguiente infraestructura:

- Instalaciones de acceso que incluyen un portón, caseta de control de ingreso y un acceso en el costado suroccidental a la vía Pasquilla que llega a Mochuelo Alto.
- Dos básculas de pesaje una para el control de ingreso de pesaje de los camiones con residuos y otra para la salida de los mismos. (durante 2012 se están realizando obras de mantenimiento y mejoramiento, también se considera durante este año cambios del software de control de pesaje)
- Vías de acceso principal pavimentada hasta las instalaciones de planta biogás
- Vías de acceso en suelos granulares compactados hasta el área de operación
- Campamento principal con área administrativa y galpones para maquinaria y equipo
- Estación meteorológica (Zona I) y Pluviométrica (Zona IV)
- Pondajes o depósitos de almacenamiento de lixiviados
- Planta de aprovechamiento biogás
- Planta de tratamiento de Lixiviados
- Áreas antiguas de relleno con cobertura final y cubierta de pasto
- Zona de aprovechamiento residuos de material mixto (escombros contaminados)
- Celda de residuos hospitalarios
- Zona de optimización Fase I
- Las siguientes imágenes muestran detalles de estas instalaciones.

A continuación se muestran las fotos de Instalaciones Actuales Relleno Sanitario Doña Juana:



Área de Acceso al RSDJ



Báscula de pesaje de ingreso



Vías de acceso pavimentadas<sup>6</sup>



Vías acceso frente de descarga



Pondaje



Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados

<sup>6</sup> Fuente: GENIVAR 2011



Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados



Planta de Tratamiento de Líquidos Percolados



Planta Manejo Biogás



Planta Manejo Biogás



Planta Biogás



Planta Biogás

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

---



Zona de aprovechamiento de escombros



Zonas antiguas con cobertura final y prado



Zonas antiguas con cobertura final con y sin vegetación



Celda de residuos hospitalarios



Zona de Optimización



Zona de Optimización

### 5.5.5.2 Actividades de adecuación

Las actividades de adecuación que se indican en el “Complemento al Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del RSDJ” y que se están llevando a cabo corresponden a:

Limpieza, desmonte y excavación del terreno, que involucra la remoción de estructuras, material vegetal y la excavación de material coluvial arcilloso y arenoso con bloques de material rocoso, de modo de preparar el terreno para las actividades posteriores.



Figura 5-20: Etapa de adecuación del fondo del relleno

Modificación de la Zona VII y VIII intervenida por el proyecto, estas obras comprenden la adecuación de los taludes de dichas zonas y los sistemas de manejo de lixiviados.



Figura 5-21: Modificación zonas intervenidas por el proyecto

Excavación de terrazas, que involucra la remoción de los suelos hasta las cotas de diseño establecidas en el proyecto.



Figura 5-22: Excavación de terrazas

Drenaje de fondo e impermeabilización de terrazas, comprende las excavaciones necesarias para la conformación de las zanjas de drenaje que contendrán las tuberías, por su parte la impermeabilización comprende el mejoramiento de suelos mediante el reemplazo del material de fondo que no cumpla con las especificaciones técnicas establecidas en el diseño, por material arcilloso que cumpla dichas exigencias. También incluye la instalación de la geomembrana (60 mils texturizada) y el geotextil de protección, para asegurar el aislamiento de los residuos sólidos del terreno natural, al igual que impedir el flujo de lixiviados hacia las capas subyacentes. El material drenante se extiende únicamente al nivel de fondo de las terrazas, y el material impermeable cubre el fondo de la terraza y los taludes.



Figura 5-23: Drenaje de fondo e impermeabilización de terrazas

Sistema de Recolección y Transporte de Lixiviados, el cual está compuesto por 4 líneas principales de conducción de 14" de diámetro, y drenes secundarios del tipo espina de pescado, en HDPE, con diámetros de 8" y pendientes dadas por la resultante de la pendiente de fondo de la terraza en cada tramo de su recorrido. Los lixiviados evacuados son transportados hasta la Planta de Tratamiento de Lixiviados para su depuración y posteriormente son descargados hacia el río Tunjuelo.

Instalación capa drenante, esta capa se instala directamente sobre el geotextil para facilitar el escurrimiento de los lixiviados hacia los drenes y su captación.

Durante el primer trimestre de 2012 el concesionario del RSDJ ha realizado trabajos para la adecuación de las terrazas 4 y 5 de la Zona de Optimización.

Adicionalmente se están realizando obras en la planta de tratamiento con motivo del mejoramiento de los procesos de tratamiento de lixiviado y el cerramiento perimetral del RSDJ.

### 5.5.5.3 Operación del Relleno Sanitario

El Relleno Sanitario recibe residuos sólidos de Bogotá y de los municipios de Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fosca, Gutiérrez, Ubaque, Une, y particulares. Su horario de atención cubre las 24 horas del día lunes a domingo. El área de disposición corresponde a la zona de optimización, la cual entro en operación en abril de 2011.

La cantidad promedio de residuos ingresada diariamente es de aproximadamente 6.200 ton/día de las cuales aproximadamente solo 13 ton/día corresponde a residuos provenientes de otros municipios. Los Cuadros siguientes entregan el detalle de ingreso de residuos durante el año 2011 y primer trimestre del año 2012

Cuadro 5-50: Resumen de Toneladas Ingresadas Período Enero a Marzo 2011

Origen	Nº Viajes	Peso (Ton)
<b>BOGOTA</b>		
Consorcios	225.100	2.272.666,97
Hospitalarios Incinerados (Cenizas)	16	115,92
Hospitalarios Inertizados	1.143	8.635,73
Particulares	486	3.368,86
Bas Basuras	58	761,26
Sumapaz	108	118,16
Subtotal Bogotá	<b>256.911</b>	<b>2.285.666,9</b>
<b>MUNICIPIOS</b>		
Cáqueza	377	1.906,65
Chipaque	168	620,79
Choachí	143	836,42
Fosca	100	242,53
Gutiérrez	29	79,61
Ubaque	107	286,86
Une	215	565,04
Subtotal Municipios	<b>1.139</b>	<b>4.537,9</b>
<b>Total Periodo (Enero 1 a Diciembre 30)</b>	<b>258.050</b>	<b>2.290.204,8</b>
Promedio	<b>21.504,17</b>	<b>190.850,61</b>
Máxima disposición del año (Diciembre)	<b>23.719</b>	<b>209100,61</b>
Mínima disposición del año (Febrero)	<b>19.419</b>	<b>175.176,17</b>

Fuente: Informe de Gestión Anual CGR Doña Juana

Cuadro 5-51: Resumen de Toneladas Ingresadas Periodo Enero A Marzo 2012

Origen	Ene	Feb	Mar	Total
<b>BOGOTA</b>				
Consortios	187.527,13	183.270,24	190.803,77	561.601,14
Hospitalarios Incinerados (Cenizas)	0,00	0,00	17,90	17,90
Hospitalarios Inertizados	687,72	716,16	761,91	2.165,79
Particulares	20,70	19,10	1.083,53	1.123,33
Bas Basuras	95,39	35,69	52,88	183,96
Sumapaz	6,65	10,26	8,95	25,86
Subtotal Bogotá	<b>188.337,59</b>	<b>184.051,45</b>	<b>192.728,94</b>	<b>565.117,98</b>
<b>MUNICIPIOS</b>				
Cáqueza	183,53	146,63	132,61	462,77
Chipaque	53,69	48,82	66,58	169,09
Choachí	87,66	62,89	74,00	224,55
Fosca	40,12	20,40	22,33	82,85
Gutiérrez	9,74	12,25	9,75	31,74
Ubaque	36,47	20,37	23,69	80,53
Une	48,05	43,24	47,38	138,67
Subtotal Municipios	<b>459,26</b>	<b>354,60</b>	<b>376,34</b>	<b>1.190,20</b>
Ingreso Total	<b>188.796,85</b>	<b>184.406,05</b>	<b>193.105,28</b>	<b>566.308,18</b>

Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

Durante el año 2011 los residuos sólidos domiciliarios fueron dispuestos en las siguientes zonas:

Cuadro 5-52: Zonas Operativas de Disposición por Mes en el Año 2011

Mes	Zona de Disposición	Terraza o nivel
Enero	Biosólidos Ampliación I y II	Nivel 1 al 5
Febrero	Biosólidos Ampliación II	Nivel 1 al 5
Marzo	Biosólidos Ampliación II	Nivel 1 al 5
Abril	Biosólidos Ampliación II	Nivel 1 al 5
	Optimización Fase I (Antigua zona VII)	Nivel 1 al 3
Mayo	Ampliación II	Nivel 1 al 5
	Optimización Fase I (Antigua zona VII)	Nivel 1 al 3
Junio	Ampliación II	Nivel 1 al 5
	Optimización Fase I (Antigua zona VII)	Nivel 1 al 3
Julio	Ampliación II	Domo
	Optimización Fase I (Antigua zona VII)	Fondo Terraza 1 Terraza 1 - Nivel 1
Agosto	Optimización Fase I	Terraza 1 - Nivel 2
Septiembre	Optimización Fase I	Terraza 1 - Nivel 2 Nivel 2 y 2 <sup>a</sup> (Zona VII) - unión con terraza 1 fondo terraza 2
Octubre	Optimización Fase I	Terraza 1 y 2 Niveles 2 y 3
Noviembre	Optimización Fase I	Terraza 1 y 2 Niveles 2 y 4
Diciembre	Optimización Fase I	Terraza 3 y Niveles 1, 2 y 3

Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ



Durante el primer trimestre de 2012 los residuos sólidos domiciliarios han sido dispuestos en la Zona de Optimización Fase 1 Terraza 3 niveles 3, 3A y 4

Para la construcción de las celdas de residuos y de acuerdo a lo indicado en contrato de concesión del RSDJ, en el frente de descarga debe existir la siguiente maquinaria:

- Buldócer CAT D8T WHA nuevo > Ingreso en Diciembre de 2011
- Buldócer CAT D8T WHA nuevo > Ingreso en Enero de 2012
- Buldócer CAT D8T WHA nuevo > Debe ingresar en Abril de 2012
- Compactadora CAT 826H nueva > Ingreso en Octubre de 2011
- Compactadora CAT 826H repotenciada > Para Febrero de 2012
- Buldócer CAT D8T WHA repotenciado > Para Febrero de 2012

A marzo de 2012 las máquinas consideradas con ingreso en febrero de 2012, no han sido suministradas por el concesionario.

En la tabla siguiente se muestra el detalle de maquinaria operativa en el RSDJ según el informe mensual de avance de interventoría.

Cuadro 5-53: Maquinaria Permanente en el RSDJ

<b>Patio de Descargue</b>	<b>Estado</b>	<b>Actualmente</b>	<b>Observaciones</b>
Volquetas (1)	Permanente	1 Volqueta HINO, 2 volquetas, 1 HINO y 1 Internacional alquiladas	Las volquetas deben ser tipo dumper y de propiedad del Operador, en el momento está operando con volquetas alquiladas
Camión Articulado Off-road 725	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	La UAESP entregó 2 camiones de estos pero se encuentran varados en el taller de zona VIII
Generador eléctrico > 30kVa	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	La UAESP entregó a CGR 2 generadores uno de 30 kVa y otro de 50 kVa
<b>Tratamiento de Lixiviados</b>	<b>Estado</b>	<b>Actualmente</b>	<b>Observaciones</b>
Retro cargador CAT 416E	Permanente	Se está usando el entregado por la UAESP	Entregado por la UAESP, Uso Gnal RSDJ, para cargue de lodos
Volqueta 7m <sup>3</sup>	Permanente	Se cuenta con volquetas alquiladas	Uso Gnal RSDJ, para el transporte de lodos, las volquetas deben ser de propiedad del Operador
<b>Aprovechamiento</b>	<b>Estado</b>	<b>Actualmente</b>	<b>Observaciones</b>
Retro cargador CAT 416E	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	Según propuesta técnica de CGR este equipo debe ser nuevo

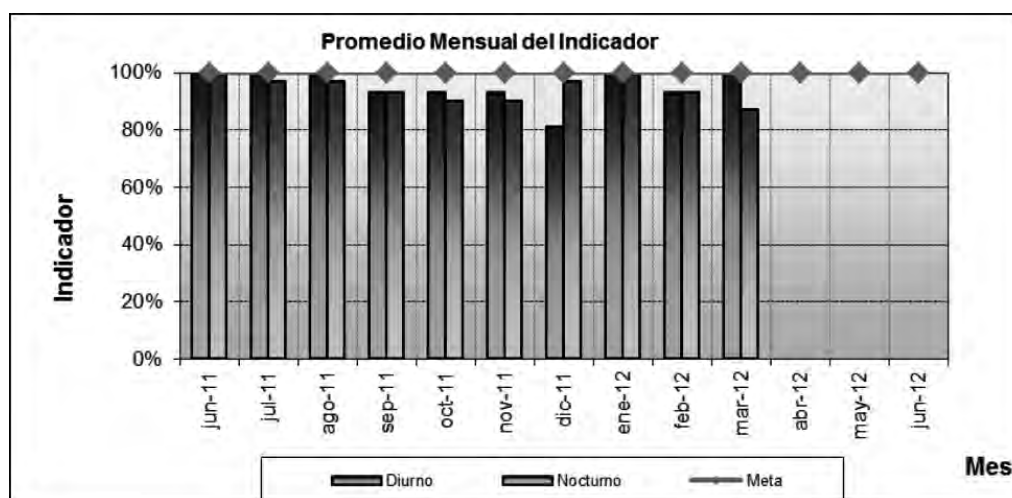
## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Patio de Descargue	Estado	Actualmente	Observaciones
Trituradora Chipeadora 3-5 m <sup>3</sup> 13 HP	Permanente	No ha sido suministrado.	
Banda Transportadora 3-5 m <sup>3</sup> 13 HP	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	
Lavadora 3-5 m <sup>3</sup> 13 HP	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	
Embaladora 3-5 m <sup>3</sup> 13 HP	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	
Peletizadora 3-5 m <sup>3</sup> 13 HP	Permanente	No ha sido suministrado por el Operador	

Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

Para verificar la calidad de la operación del Relleno Sanitario se han establecido tres indicadores los que corresponden a:

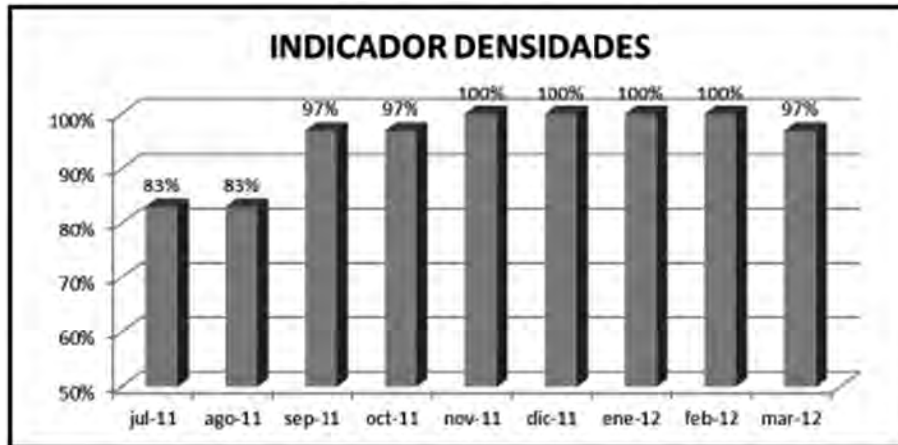
Represamiento: corresponde al indicador relacionados con los tiempos de espera o filas generadas en el frente de trabajo debido a problemas operativos, aceptándose como máximo tiempo de espera 15 minutos. En la figura siguiente se muestran los promedios mensuales de este indicador para el periodo junio 2011 a marzo 2012.



Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

Figura 5-24: Promedios Mensuales Indicador de Colas

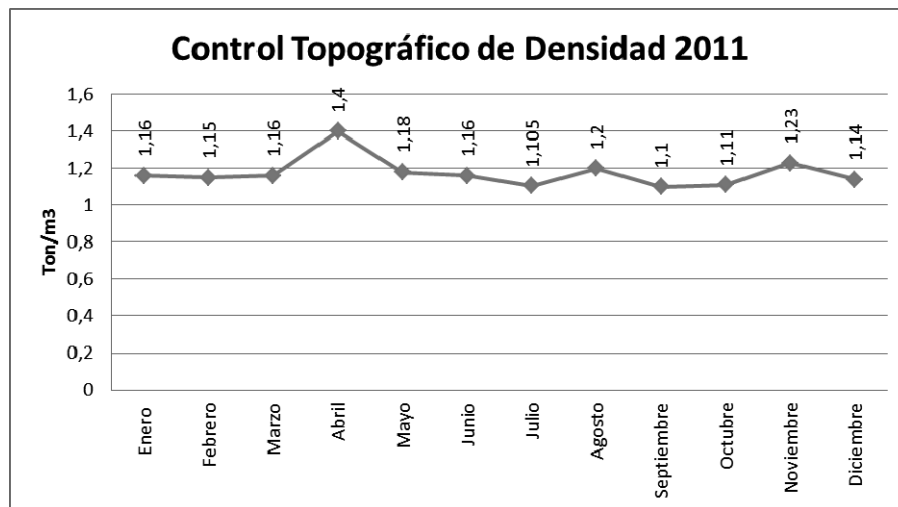
Densidades: corresponde al indicador asociado a la densidad de los residuos una vez dispuestos en el Relleno Sanitario, estableciéndose el valor óptimo en 1,07 ton/m<sup>3</sup>. La densidad se determina en base a tres mediciones diarias, 2 densidades manuales y una mecánica. La figura siguiente muestra los resultados de los controles durante el periodo junio 2011 a marzo 2012



Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

Figura 5-25: Promedios Mensuales Indicador de Densidades

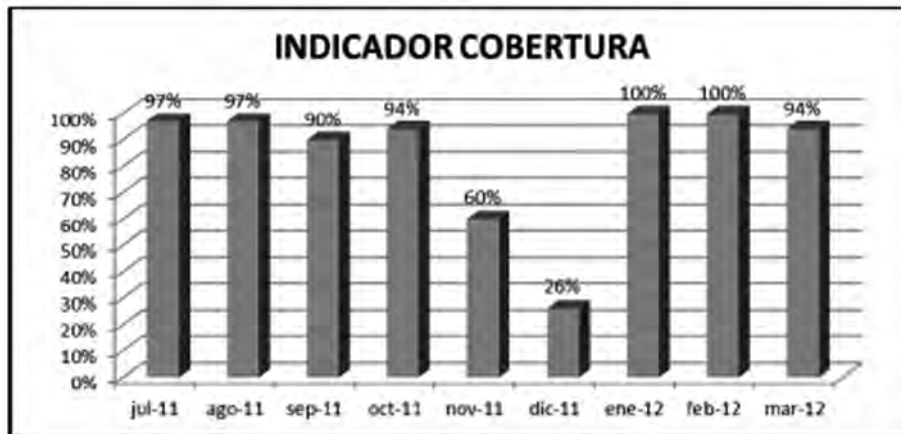
Adicionalmente se efectúa un control de densidad por topografía, la figura siguiente muestra los resultados de este control para el año 2011.



Fuente: Informe de Gestión Anual CGR Doña Juana.

Figura 5-26: Densidad Topográfica año 2011

Áreas descubiertas: indicador asociado a la cantidad de superficie con residuos que queda diariamente sin cubrir, aceptándose como máximo 6.000 m<sup>2</sup>, en un periodo máximo de 3 días. La figura siguiente muestra los resultados de los controles durante el periodo junio 2011 a marzo 2012



Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

Figura 5-27: Promedios Mensuales Indicador de Cobertura

Durante el año 2011 se emplearon las siguientes cantidades de materiales en la cobertura de los residuos:

Cuadro 5-54: Consumo de Materiales para Cobertura de Residuos Año 2011

Mes	Arcilla (m3)	Polietileno (m2)
Enero	21.380	3.360
Febrero	22.540	9.660
Marzo	16.350	11.040
Abril	15.279	13.200
Mayo	25.546	12.012
Junio	25.914	3.120
Julio	40.732	6.300
Agosto	89.444	3.452
Septiembre	99.222	2.669
Octubre	118.300	10.538
Noviembre	11.799	17.936
Diciembre	108.244	20.989
Totales	604.750	114.276

Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

#### 5.5.5.4 Control de estabilidad Geotécnica del Relleno Sanitario

Para verificar la estabilidad del Relleno Sanitario el proyecto contempla la instalación de piezómetros e inclinómetros, la Tabla siguiente muestra la instrumentación operativa para enero y diciembre de 2011.

Cuadro 5-55: Instrumentación Operativa en las Zonas del RSDJ

Zona	Enero 2011		Diciembre 2011	
	Piezómetros	Inclinómetros	Piezómetros	Inclinómetros
Zona 1 Área 1	6	1	6	1
Zona 1 Área 2	8	1	8	1
Mansión	13	1	12	1
Zona II Área 1	15	1	15	1
Zona II Área 2	31	3	31	3
Zona II Área 3	9	1	9	1
Zona IV Etapa 1	18	1	18	1
Zona IV Etapa 2	25	1	25	1
Zona VII Etapa 1	31	1	27	1
Zona VII Etapa 2	25	7	23	4
Zona VIII	54	7	52	5
Biosólidos	3	0	10	2
Optimización	Sin operación		4	2

Fuente: Informe de Gestión Anual CGR Doña Juana.

Adicionalmente se utiliza el control topográfico de tres grandes frentes de trabajo: Zona VIII, Biosólidos y Zonas Cerradas. De acuerdo a los controles y monitoreos realizados durante el año 2011 el informe de gestión anual 2011 de CGR Doña Juana concluye lo siguiente:

#### Zona VIII

El comportamiento observado evidencia que la estabilidad viene en franco y sostenido incremento. Ahora bien, dado que los factores de seguridad con sismo son inferiores a 1,0, es necesario aclarar que por la ductilidad de la basura, más que falla de los taludes se esperan desplazamientos que dependiendo de la intensidad y duración de un evento sísmico, podría llegar a ser de varios metros sin que se comprometa la estabilidad de los rellenos por la condición no permanente del sismo. De otra parte, históricamente no se conocen colapsos por sismo de rellenos sanitarios debidamente conformados y mantenidos como lo es el RSDJ.

#### Biosólidos

Se califica la estabilidad entre media a media alta. En cuanto a los desplazamientos internos de diques las lecturas de los inclinómetros entregan valores bajos indicando estabilidad en estas estructuras de contención.

#### Zonas Cerradas

La tabla siguiente entrega la calificación de estabilidad de cuerpo y fondo para las zonas cerradas

Cuadro 5-56: Calificación de Estabilidad de Cuerpo y Fondo para las Zonas Cerradas

Zona	Cuerpo	Fondo
Zona 1 Área 1	Muy Alta	Alta
Zona 1 Área 2	Muy Alta	Muy Alta
Mansión	Alta	Alta
Zona II Área 1	Muy Alta	Muy Alta
Zona II Área 2	Alta	Alta
Zona II Área 3	Alta	Media
Zona IV Etapa 1	Muy Alta	Muy Alta
Zona IV Etapa 2	Muy Alta	Muy Alta
Zona VII Sector 1	Alta	Media
Zona VII Sector 2	Media	Media

Fuente: Informe de Gestión Anual CGR Doña Juana.

De acuerdo a la Tabla anterior, la estabilidad del RSDJ es Muy Alta y Alta en la mayoría de las Zonas, tanto para falla de cuerpo como falla de fondo. Por otra parte únicamente se tiene estabilidad Media en Zona VII Sector 2 para falla de cuerpo y fondo, además de Zona VII Sector 1 y Zona II Área 3 pero sólo para falla de fondo. En el caso de los diques la lectura de los inclinómetros de todas las Zonas Cerradas no muestra incrementos en los desplazamientos ni en corona ni en puntos intermedios.

#### 5.5.5.5 Manejo de Lixiviado

Todo el lixiviado que se genera en el relleno sanitario se conduce al sistema de almacenamiento y de tratamiento para su depuración. Dicho sistema se diseñó y construyó en 1999, posteriormente en los años 2005 y 2009 se realizaron ajustes al proceso, el último de ellos correspondiendo a un Plan de Choque que responde a las exigencias formuladas por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. A futuro se proyecta un cuarto ajuste para el afino del efluente. El Cuadro siguiente presenta las variables de diseño y las modificaciones o adaptaciones que se han realizado al sistema de tratamiento de lixiviados a la fecha.

Cuadro 5-57: Cronología de Diseño del Sistema de Tratamiento de Lixiviado

Variable	Construcción inicial -1999-2000	Primera ampliación – 2005 - 2006	Segunda ampliación Plan de choque*7: 2009-2010
Q (L/s)	8	13,9	21,5
DBO5 (mg/L)	15.000	15.000	6.911
DBO5 (Kg/d) calculado	10.368	18.014	12.838
SST(mg/L)	2.500	2.500	650
Nitrógeno (mg/L)	2.000	2.000	2,416,2
Unidades y adecuaciones implementadas	Pondajes PTL	Purga de lodos procedentes del decantador Lamelar	Reactores biológicos secuenciales -SBR
	Tratamiento físico-químico 1 y 2	Sistema de deshidratación de lodos -Centrifuga	Físicoquímico 3
	Tratamiento biológico Zanjones de oxidación	Pondajes 1	Filtro de anillas
	Sistema de tratamiento de lodos	Pondajes 2	
	Sistema de control de la planta	Operación en paralelo de las dos unidades físicoquímicas	

Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

En la actualidad el sistema consta básicamente de:

Sistema de almacenamiento: compuesto por diez lagunas o “pondajes” con capacidad aproximada de 38.800 m<sup>3</sup>, y cuyo objetivo es el almacenar los lixiviados que provienen de las zonas de disposición, permitiendo regular el caudal que se envía a tratamiento y a la vez lograr la sedimentación de los sólidos suspendidos totales.

Sistema de tratamiento biológico primario: Los antiguos pondajes I, fueron adaptados con el fin de aplicar un tratamiento biológico del tipo SBR (denominado así por sus siglas en inglés Sequencing Batch Reactor) cuya capacidad de tratamiento es de 16 L/s, y a través del cual se logra la remoción de parte de la carga orgánica. Este sistema cuenta con unidades para la deshidratación y secado de lodos que se generan en el proceso.

Sistema de tratamiento físico-químico: está conformado por tres unidades que permiten manejar un caudal de 21,5 L/s y cuyo objetivo principal es remover mediante precipitación, los metales pesados presentes en la mezcla de lixiviados generados en las distintas zonas del relleno sanitario. El proceso además permite remover parte de los sólidos suspendidos totales, materia orgánica expresada como DBO5 y DQO, materia nitrogenada expresada como nitrógeno total, grasas y aceites.

Sistema de tratamiento biológico: está compuesto por predesnitrificador; reactores de lodos activados y decantación (Zanjones de Oxidación) y posdesnitrificador. El proceso permite el abatimiento de materia orgánica disuelta y la desnitrificación parcial, mediante bacterias adaptadas al medio de los lixiviados. Diseñada para operar con un caudal entre 8 a 13,9 L/s.

Filtro de anillas: unidad con capacidad de 15 L/s, que permite la retención de sólidos de tamaño superior a 25 micras.

Sistema de deshidratación de lodos: compuestos por un espesador y centrífugas para la deshidratación de los lodos, con capacidad de 40 m<sup>3</sup>/h.

Celdas de lodos: diseñadas para la adecuada disposición de lodos generados en el proceso de tratamiento.

En cuanto al flujo de conducción y distribución de los lixiviados en el proceso, éste corresponde a:

El lixiviado generado en Zona VII, VIII y Optimización Fase I es conducido al Pondaje VII, donde se produce la sedimentación de parte de los sólidos, posteriormente es trasladado al proceso de tratamiento SBR, donde se logra el decaimiento de parte de la carga orgánica y también sedimentación de sólidos. El efluente del tratamiento es conducido por la línea principal de conducción de lixiviados hacia el grupo de Pondajes II.

El lixiviado generado en la Zona de Biosólidos, Zona I Fase I y Zona Mansión es conducido al proceso de tratamiento SBR, los lixiviados contenidos en el pondaje secador de lodos, son conducidos por medio de tuberías que se conectan a la línea principal de conducción de lixiviados antes de ingresar al sistema de pondajes II. Al sistema de pondajes II también llegan los lixiviados generados en la Zona II del relleno sanitario.

Los pondajes II corresponden a un grupo de lagunas que reciben tanto los efluentes de los SBR como los lixiviados de diferentes zonas de disposición de RSU del RSDJ. En total, dichas lagunas cuentan con un volumen de acumulación del orden de los 32.000 m<sup>3</sup> y presentan un Tiempo Hidráulico de Retención promedio de 27 días, de acuerdo a evaluación del proceso en el periodo enero a diciembre de 2012, reportados en los informes mensuales de interventoría.

El efluente del grupo de pondajes II es transportado por la línea principal de conducción de lixiviados a la planta de tratamiento de lixiviado –PTL–, a esta línea de conducción se

---

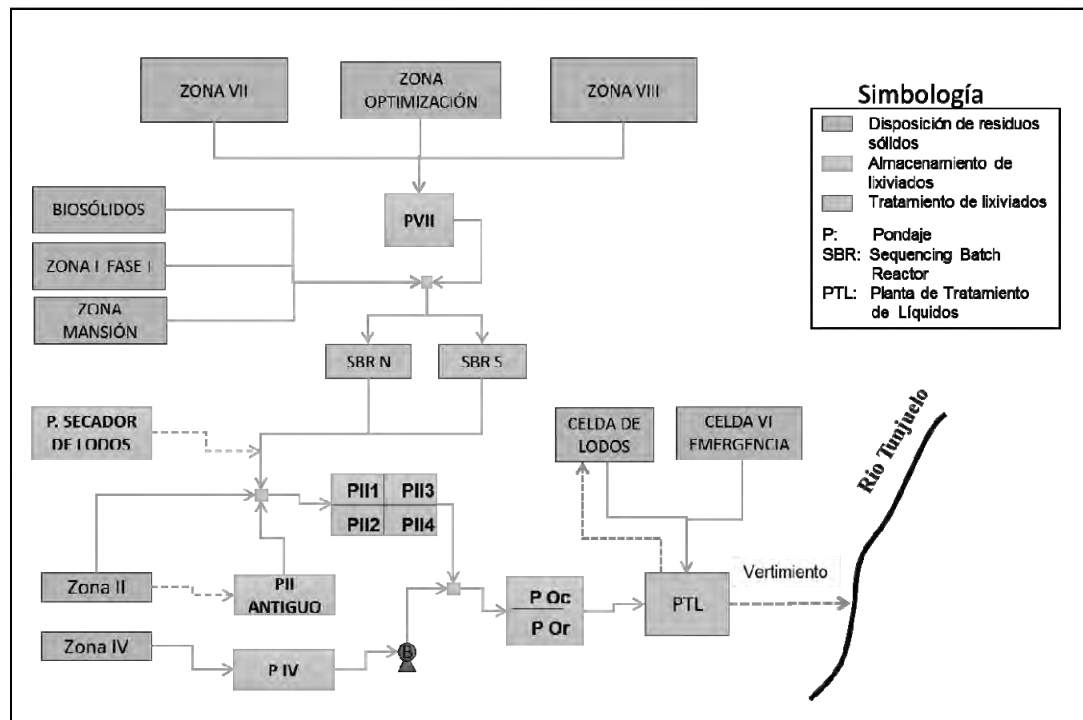
<sup>7</sup> Los datos de diseño se basaron en los resultados de los análisis realizados entre diciembre de 2008 y marzo de 2009.



conecta la tubería de impulsión de la estación de bombeo de lixiviado generado en la Zona IV del RSDJ.

La línea principal de conducción descarga el lixiviado a la cámara de entrada de la PTL, y desde ahí es distribuido hacia dos pondajes PTL (pondaje PTL oriente y occidente), los que son utilizados para regular el caudal del STL.

El flujo del manejo de los lixiviados se muestra en la figura siguiente.



Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

Figura 5-28: Flujo Lixiviados

Actualmente en la Planta de Tratamiento de Lixiviado (PTL) se pueden desarrollar dos procesos de tratamiento, antes de hacer el vertimiento al río Tunjuelo, los cuales se describen a continuación:

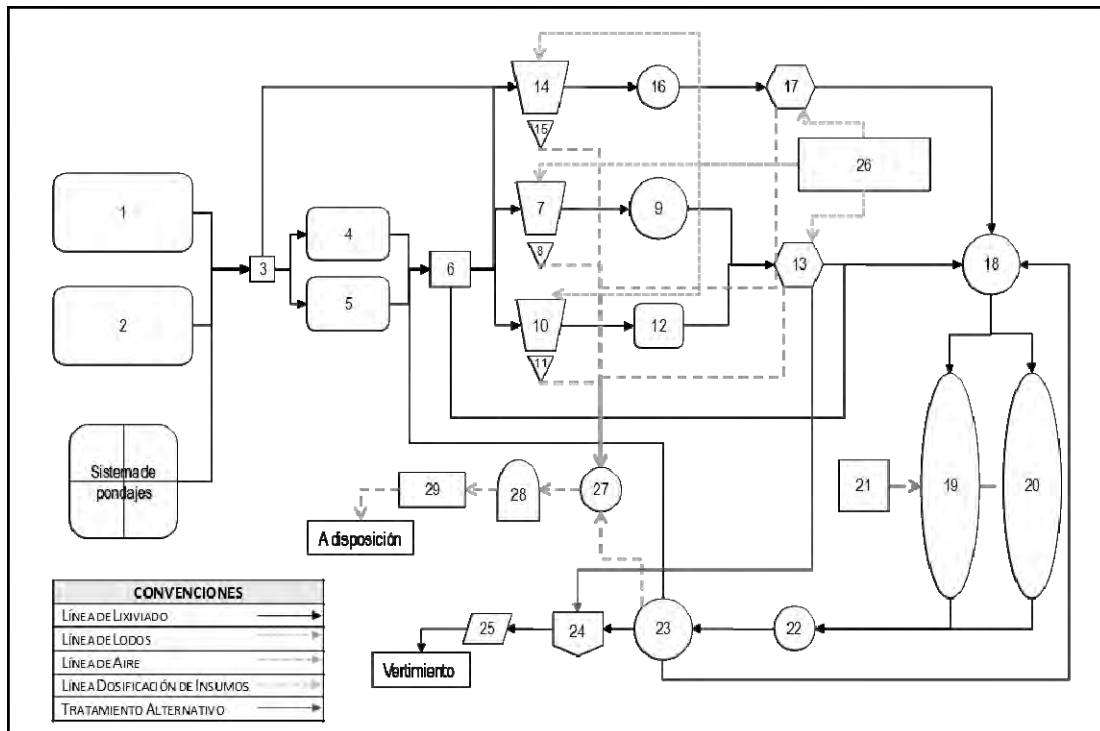
Tratamiento Completo: corresponde al tratamiento que se lleva a cabo en condiciones normales de operación del RSDJ e incluye los siguientes procesos: tratamiento físico-químico, sedimentación o decantación, neutralización, pre-desnitrificación, tratamiento biológico (reactores biológicos), pos-desnitrificación, sedimentación secundaria, filtración, cloración y descarga al río Tunjuelo. Los lodos del proceso son deshidratados y depositados en la celda de disposición final de lodos.

Tratamiento Alternativo: Este tratamiento se puede realizar por dos vías, uno de ellos consiste en un tratamiento físico-químico con decantador lamelar, filtración, cloración y descarga al río Tunjuelo, la otra alternativa es el tratamiento físico químico con sedimentador primario, filtración, cloración y descarga del efluente. El tratamiento alternativo se aplica cuando la

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

generación de lixiviado sobrepasa la capacidad de almacenamiento del RSDJ, de esta forma se evita que exista rebalse de las estructuras de almacenamiento, y que el lixiviado crudo entre en contacto con suelos o fuentes hídricas.

La figura siguiente muestra el diagrama de flujo general, el cual puede ser modificado regularmente para optimizar el proceso de tratamiento o para efectuar mantenimientos a las unidades que lo requieran.



Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

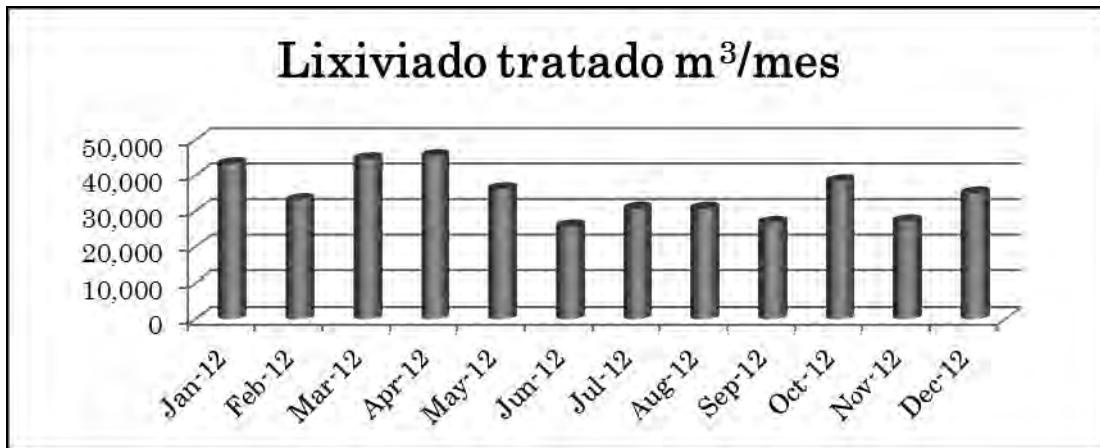
Figura 5-29: Diagrama de Flujo Proceso de Tratamiento de Lixiviado

Cuadro 5-58: Unidades del Sistema de Tratamiento de Lixiviado

LEYENDA		
1. Reactor biológico secuencial -SBR Norte	11. Purga de lodos	21. Edificio de soplantes
2. Reactor biológico secuencial -SBR Sur	12. Decantador lamelar	22. Post-desnitrificador
3. Caja de Entrada	13. Neutralización	23. Sedimentador secundario
4. Pondaje oriental	14. Físicoquímico 3	24. Filtro de anillas
5. Pondaje occidental	15. Purga de lodos	25. Cloración
6. Pozo de bombeo	16. Sedimentador 3	26. Canaleta de salida
7. Físicoquímico 1	17. Neutralización 3	27. Zona de reactivos
8. Purga de lodos	18. Pre-nitrificador	28. Espesador de lodos
9. Sedimentador primario	19. Reactor biológico zanjón de oxidación occidental	29. Deshidratadora
10. Físicoquímico 2	20. Reactor biológico zanjón de oxidación oriental	30. Celda temporal de lodos

Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

Durante el año 2012 se trataron aproximadamente 418.208 m<sup>3</sup> de lixiviado, obteniéndose un caudal promedio de 13,3 L/s, en el gráfico siguiente se muestra la cantidad de lixiviado tratado mensualmente.



Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

Figura 5-30: Volumen de Lixiviado Tratado Mensualmente Año 2012

En el Cuadro siguiente se presentan algunos parámetros de control medidos en la planta de tratamiento durante el año 2012.

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Cuadro 5-59: Antecedentes Parámetros de Control Planta de Tratamiento de Lixiviado Año 2012

ítem	Unidad	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12	Promedio
Caudal de lixiviado tratado	m <sup>3</sup> /mes	43,329	33,206	44,732	45,577	36,304	25,812	30,809	30,821	26,79	38,503	27,225	35,1	34,85
Caudal de lixiviado tratado	L/s	16,17	13,25	16,7	17,58	16,16	9,96	9,91	11,51	10,34	14,38	10,5	13,1	13,3
Carga en Lixiviado crudo	mg DBO/L	13,533	11,534	11,976	9,044	9,423	9,888	9,136	7,769	9,223	9,369	9,752	12,102	10,23
Carga Lixiviado crudo	Kg DBO/día	12,992	7,852	14,946	11,938	10,177	10,679	10,3	6,149	10,824	10,652	10,104	15,231	10,99
Carga en el Vertimiento al Río Tunjuelo	mg DBO/L	6065	3395	4488	1811	1279	47,26	41,39	228,5	174,5	315,5	137	280	1.522
Energía utilizada en tratamiento	Kwh/m <sup>3</sup>	35,78	26,48	21,88	16,57	12,97	13,46	14,2	13,4	15,1	11,71	15,92	16,75	17,85
Lodos Generados	Ton/d	4,8	5,7	7,4	8,5	7,44	8,2	7,6	4,51	6	3,1	3,98	3,23	5,87
Caudal Tratado Vs. Caudal de Diseño	%	69,33%	93,84%	94,59%	103,75%	119,00%	124,00%	123,88%	143,84%	129,20%	179,69%	129,20%	163,75%	123%
Carga Tratada Vs. Carga de Diseño	%	43,33%	48,64%	56,56%	29,87%	40,91%	37,13%	52,66%	61,62%	62,99%	67,89%	62,99%	77,00%	53%
Remoción Total de DBO	%	55,19%	70,61%	62,52%	79,98%	86,42%	99,52%	98,58%	97,06%	98,11%	96,63%	98,11%	97,69%	87%
Remoción Total de DQO	%	51,98%	71,44%	58,85%	69,73%	80,08%	90,38%	77,28%	84,29%	83,76%	75,70%	83,76%	88,77%	76%
Remoción Total de SST	%	35,46%	32,39%	30,53%	58,93%	62,26%	62,06%	21,78%	49,76%	78,08%	0,03%	78,08%	57,59%	47%

Fuente: Equipo Técnico de la Subdirección de Disposición Final. UAESP 2013

Los lodos generados durante los tratamientos fisicoquímicos y biológicos, son deshidratados en las centrifugas y posteriormente son depositados en celdas. Hay dos sitios de disposición de lodos, una celda contigua a la Celda VI que recibe los lodos de las unidades de tratamiento y una segunda Celda ubicada en el sitio denominado Cantera Eterna en la cual se disponen los lodos de las unidades de almacenamiento de lixiviado y de la conducción.

Eficiencia del sistema de tratamiento de lixiviados: Interventoría realiza muestreos puntuales con el propósito de verificar el comportamiento del tratamiento de lixiviado. Los muestreos incluyen muestras de lixiviado tratado.

De acuerdo al resultado de estos análisis se ha podido determinar que algunos parámetros no siempre cumplen con lo establecido en la Resolución 166 de 2008 emitida por la CAR, estos principalmente corresponden a Cadmio, Cromo total, Níquel, Plomo, DBO, Grasas y Aceites, Hierro y Fenoles.

#### 5.5.5.6 Manejo de Biogás

Con el propósito dar tratamiento y aprovechar el biogás que se genera en el RSDJ aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL del protocolo de Kyoto, UAESP firmó el Contrato de Concesión No. 137 de 2007 con el Consorcio Biogás Doña Juana S.A. ESP (BDJ). En el cuadro siguiente se entregan los aspectos contractuales más relevantes de dicha Concesión.

Cuadro 5-60: Aspectos Contractuales de la Concesión del Biogás RSDJ

Aspecto	Descripción	Observación
Nombre	Contrato de Concesión No. 137 de 2007	Firmado el 01-11-2007
Objeto del Contrato	Tratamiento y Aprovechamiento del Biogás Proveniente del Relleno Sanitario Doña Juana del Distrito Capital, Aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio – MDL – del Protocolo de Kyoto	Cláusula 1 del Contrato
Fecha de Inicio	3 de Abril de 2008	Acta de Inicio
Duración	23 Años y 1 Mes	Cláusula 3 del Contrato
Cantidad Total de CRE proyectados	14'775.987	Propuesta del Concesionario
% de CRE ofrecido a la UAESP.	24%	Propuesta del Concesionario
Número Total de kWh proyectados	4.642'003.847	Propuesta del Concesionario
% de kWh ofrecido a la UAESP	2%	Propuesta del Concesionario

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Aspecto	Descripción	Observación
Etapas de Ejecución	a) Preparación del DDP o PDD, validación y registro en la Junta Ejecutiva del MDL. Dieciocho (18) meses, contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio	Cláusula 6 de Contrato y Aclaratorio No. 5
	b) Diseño detallado del proyecto y obtención de la modificación de la Licencia Ambiental del RSDJ, de ser necesario. Quince (15) meses, contados a partir de la fecha de suscripción del Acta de Inicio, sin que para su iniciación sea necesario la finalización de la etapa a)	
	c) Construcción del proyecto. 3 de Noviembre de 2010	
	d) Puesta en operación y mantenimiento del sistema de tratamiento y/o aprovechamiento del biogás. Esta etapa tendrá la duración restante hasta la terminación del plazo de ejecución del contrato	
Modificaciones y Aclaraciones al Contrato		
Modificadorio No. 1	Cláusula 13: Incluir los amparos de responsabilidad civil extracontractual y garantía de fuerza mayor ocaso fortuito establecidos en los Pliegos de Condiciones.	Firmado el 28-Dic-2007
Modificadorio No. 2	Cláusula 6: Ampliar a quince (15) meses el plazo contractual de la etapa a) Preparación del DDP o PDD, validación y registro en la Junta Ejecutiva del MDL sin modificar el plazo de la etapa b)	Firmado el 18-Dic-2008
Modificadorio No. 3	Cláusula 6: Ampliar a dieciocho (18) meses el plazo contractual de la etapa a) Preparación del DDP o PDD, validación y registro en la Junta Ejecutiva del MDL.	Firmado el 02-Jul-2010
Aclaratorio No. 4	Cláusula 7: Aclarar el cronograma de fechas de flujo de CER's y kWh del proyecto.	Firmado el 12-Nov-2010
Aclaratorio No. 5	Cláusula 6: Aclarar los plazos contractuales indicando que la etapa c) Construcción del proyecto finalizó el 3 de Noviembre de 2010.	Firmado el 28-Dic-2011

Fuente: Informe Mensual de Avance periodo 01 al 31 de marzo de 2012 UT INTER DJ

El proyecto consiguió el registro ante Naciones Unidas por un periodo de siete (7) años renovable, el cual inició el 10 de Septiembre de 2009 y finaliza el 9 de Septiembre del año 2016. Desde el 22 de septiembre de 2009 a marzo de 2012 se han reducido 1.667.249 Ton de CO<sub>2</sub>eq. Las Tablas y figuras siguientes entregan mayores antecedentes en relación a los valores reportados por BDJ

Cuadro 5-61: Biogás Quemado y Reducciones de Emisiones Estimadas por BDJ

Año	Mes	Proyección anual de CREs	Flujo de Biogás Promedio Quemado (Nm <sup>3</sup> /h)	Reducciones de Emisiones (tCO <sub>2</sub> e)	Reducciones Anuales Acumuladas de CREs (tCO <sub>2</sub> e)
2	sep-09	340.604	3.925	6.293	357.974
	oct-09		4.422	23.521	
	nov-09		5.772	29.988	
	dic-09		6.507	36.391	
	ene-10		6.748	37.457	
	feb-10		6.775	33.027	
	mar-10		7.989	46.764	
	abr-10		8.496	48.495	
	may-10		8.526	46.771	
	jun-10		8.753	49.267	
3	jul-10	698.485	9.027	48.264	716.008
	ago-10		8.693	50.889	
	sep-10		8.914	49.894	
	oct-10		8.781	50.316	
	nov-10		9.106	52.943	
	dic-10		9.914	58.056	
	ene-11		10.670	62.663	
	feb-11		10.898	58.242	
	mar-11		10.961	64.232	
	abr-11		12.079	70.961	
	may-11		12.351	74.644	
	jun-11		12.924	74.904	
4	jul-11	726.685	12.545	74.160	777.275
	ago-11		12.798	73.854	
	sep-11		12.283	67.348	
	oct-11		12.032	69.187	
	nov-11		11.943	66.068	
	dic-11		11.472	64.621	
	ene-12		11.179	64.195	
	feb-12		10.607	57.748	
	mar-12		9.655	56.086	
	abr-12		11.362	63.892	
	may-12		10.877	63.137	
	jun-12		10.167	56.979	
5	jul-12	744.435	9.770	56.230	273.522
	ago-12		8.250	47.208	
	sep-12		9.992	55.685	
	oct-12		10.585	61.819	
	nov-12		10.807	52.580	
	dic-12		10.873	-	
Promedio		627.552	9.736	N.A.	N.A.
Total		2.510.209	N.A.	2.124.779	2.124.779

Fuente: Informes mensuales estimados por Biogás Doña Juana S.A. E.S.P.

A

Cuadro 5-62: Solicitudes de Certificación Realizadas por el Concesionario (Doña Juana)

Solicitud No.	Periodo de certificación		Reducciones por Destrucción de Metano (Ton CO2eq)	Emisiones por Importación de Energía (Ton CO2eq)	Reducciones de Emisiones solicitadas (Ton CO2eq)	Estado de la Solicitud
	Inicio	Fin				
1*	22-09-2009	15-12-2009	76.281	233	76.048	El 8 de Julio de 2011 se obtuvieron 74.527 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL.
2*	16-12-2009	25-05-2010	227.015	863	226.152	El 15 de Diciembre de 2011 se obtuvieron 221,629 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL
3**	26-05-2010	30-09-2010	203.723	826	202.897	El 9 de Noviembre de 2011 se obtuvieron 198.839 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL
4**	01-10-2010	30-06-2011	566.961	2.066	564.895	El 24 de Agosto de 2012 se obtuvieron 552.948 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL
5**	01-07-2011	31-12-2011	417.292	1.262	416.030	El 27 de Septiembre de 2012 se obtuvieron 407.708 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL
6**	01-01-2012	30-06-2012	352.643	1.126	351.516	El 4 de Enero de 2013 se obtuvieron 351.516 CREs por parte de la Junta Ejecutiva MDL
<b>Total:</b>			<b>1.843.252</b>	<b>6.377</b>	<b>1.836.875</b>	

Fuente: <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1241446939.84/view>

\* Visita de la empresa validadora DNV

\*\* Visita de la empresa validadora ICONTEC



Cuadro 5-63: Relación de Producción y Liquidación de Kwh del Proyecto

Año	Periodo	Proyección anual de kWh Anexo No. 5	kWh Generados para Autoconsumo		Cantidad de kWh Ofrecidos a la UAESP Anexo No. 5	Cantidad de kWh Pagados a la UAESP	Recursos pagados a la UAESP
			Mensual	Annual			
2	-	119.048.666	0		2.380.973	2.380.973	\$ 97.150.351
	nov-10		7.731				
3	dic-10		8.539				
	ene-11		0				
	feb-11		0				
	mar-11	222.706.944	10.628	103.513	4.454.139	4.454.139	\$ 125.738.342
	abr-11		2.458				
	may-11		23.954				
	jun-11		50.203				
	jul-11		95.206				
	ago-11		79.616				
	sep-11		150.194				
4	oct-11	258.604.955	63.086	681.891	5.172.099		
	nov-11		104.018				
	dic-11		0				
	ene-12		248				
	feb-12		113.137				
	mar-12		76.386				
		<b>TOTAL</b>		<b>785.404</b>	<b>785.404</b>		

\* Los valores reportados corresponden a un pago parcial.

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Cuadro 5-64: Datos de Operación de la Planta de Biogás

Periodo		Promedio Mensual														
		Antorcha No. 1			Antorcha No. 2			Antorcha No. 3			Motogenerador			Colector Principal		
		Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	Operación (Horas)	Flujo normalizado biogás (Nm3/h)	CH4 (%)	O2 (%)		
2009	Sep.	2.189	730	1.721	648	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3.925	52,6	0,8		
	Oct	2.113	841	2.271	894	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	4.422	52,7	0,8		
	Nov	2.841	967	2.889	966	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	5.772	52,3	0,6		
2010	Dic	3.122	979	3.349	987	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	6.507	51,5	1,0		
	Ene	3.249	977	3.440	993	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	6.748	51,0	1,0		
	Feb	3.367	968	3.349	971	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	6.775	50,9	1,2		
	Mar	3.957	990	3.968	1.012	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	7.989	52,7	1,3		
	Abr	4.219	1.02	4.204	1.026	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.496	53,3	1,1		
	May	4.207	984	4.245	982	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.526	53,2	1,1		
2011	Jun	4.310	953	4.361	926	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.753	52,9	1,1		
	Jul	4.465	955	4.480	913	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	9.027	52,2	1,4		
	Ago	4.343	999	4.277	944	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.693	52,8	1,2		
	Sep.	4.439	951	4.375	931	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8.914	52,8	1,4		
	Oct	3.507	928	3.447	913	2.956	940	2.956	940	N.A.	N.A.	8.781	51,9	1,4		
	Nov	3.049	960	3.037	965	2.925	962	2.925	962	N.A.	N.A.	9.106	52,9	1,4		
2011	Dic	3.324	957	3.323	969	3.203	945	3.203	945	N.A.	N.A.	9.914	53,0	0,8		
	Ene	3.588	981	3.464	979	3.520	993	3.520	993	N.A.	N.A.	10.67	53,2	1,1		
	Feb	3.599	981	3.573	976	3.631	990	3.631	990	N.A.	N.A.	10.898	52,8	1,0		
	Mar	3.682	967	3.595	949	3.590	980	3.590	980	1,4	1,4	10.961	53,2	0,9		
	Abr	4.033	993	3.961	996	3.985	1.046	3.985	1.046	0,3	0,3	12.079	54,3	0,5		
	May	3.963	977	4.147	972	4.110	1.043	4.110	1.043	2,9	2,9	12.351	53,8	0,4		
Jun	4.112	993	4.411	1.004	4.236	1.050	4.236	1.050	5,8	5,8	12.924	53,7	0,5			

5.5 Diagnóstico Relleno Sanitario Doña Juana

Periodo		Promedio Mensual											
		Antorcha No. 1		Antorcha No. 2		Antorcha No. 3		Motogenerador		Colector Principal			
Año	Mes	Flujo normalizado biogás	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás	Temp. (°C)	Flujo normalizado biogás	Operación (Horas)	Flujo normalizado biogás	CH4	O2	
2012	Jul	4.045	949	4.198	978	4.112	994	78,5	11,7	12.545	52,5	1,0	
	Ago	4.188	969	4.191	988	4.215	998	75,0	9,0	12.798	52,0	1,3	
	Sep.	4.013	990	3.967	998	4.025	995	134,0	18,0	12.283	51,4	1,4	
	Oct	3.955	961	3.888	1.004	4.012	988	54,0	8,0	12.032	51,8	1,0	
	Nov	3.843	924	3.929	991	3.947	978	92,0	13,0	11.943	51,5	1,0	
	Dic	3.858	978	3.743	978	3.777	971	1,0	24,0	11.472	52,5	0,9	
	Ene	3.674	958	3.629	950	3.779	966	0,0	0,0	11.179	51,8	1,1	
	Feb	3.397	969	3.376	993	3.557	952	134,0	18,4	10.607	52,7	1,0	
	Mar	3.085	929	3.124	996	3.259	937	86,4	11,7	9.655	52,4	1,0	
	Abr	3.668	963	3.781	947	3.807	918	0,0	0,0	11.362	52,5	1,1	
	May	3.499	929	3.480	909	3.658	919	109,5	15,2	10.877	52,4	1,0	
	Jun	3.405	906	3.242	906	3.262	905	139,4	19,4	10.167	52,4	1,0	
Jul	3.208	932	3.095	904	3.181	898	166,4	22,7	9.770	52,0	1,1		
Ago	2.608	818	2.635	753	2.784	776	123,3	16,2	8.250	46,0	1,0		
Sep.	3.159	987	3.210	933	3.356	896	148,7	19,1	9.992	51,9	1,5		
Oct	3.390	918	3.407	938	3.611	893	60,6	7,9	10.585	52,8	1,3		
Nov	3.458	963	3.534	936	3.708	891	0,0	0,0	10.807	52,4	1,3		

Fuente: Tomado de la bitácora de operación del operador Biogás Doña Juana

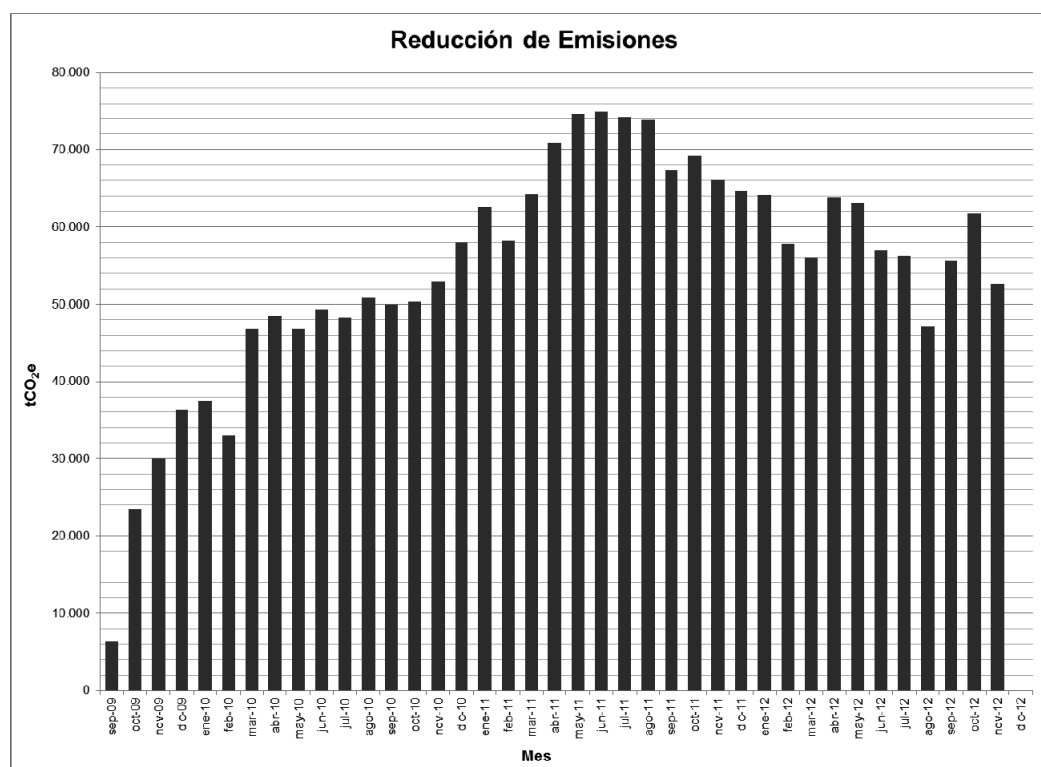


Figura 5-31: Detalle Reducción Emisiones CO<sub>2</sub>eq

### 5.5.5.7 Vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana

#### a. Vida útil según Licencias Ambientales

De acuerdo al proyecto “Complemento al Estudio de Impacto Ambiental Proyecto de Optimización de la Zona VIII del RSDJ”, la capacidad de disposición de residuos de la Zona Optimizada Fase 1 es de 9.295.915 toneladas, capacidad que concuerda con la indicada en la Resolución de la CAR N°2211 de 2008, sin embargo, el polígono licenciado por dicha Resolución deja fuera parte de la terraza 6 y la totalidad del dique sur (ver figura siguiente), lo que impide alcanzar los parámetros iniciales de diseño, ya que ambas estructuras son indispensables para el desarrollo completo del domo y lograr la capacidad total licenciada, lo que incide directamente en la vida útil del RSDJ, reduciéndola aproximadamente en 1,3 años.

Debido a lo anterior, la UAESP solicitó a CGR Doña Juana elaborar un documento técnico con el fin de solicitar a la CAR la corrección del polígono de modo de poder desarrollar el Relleno Sanitario de acuerdo a lo diseñado inicialmente y lograr la vida útil proyectada.

Realizado el estudio técnico se obtiene el cuadro comparativo que se muestra a continuación.

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

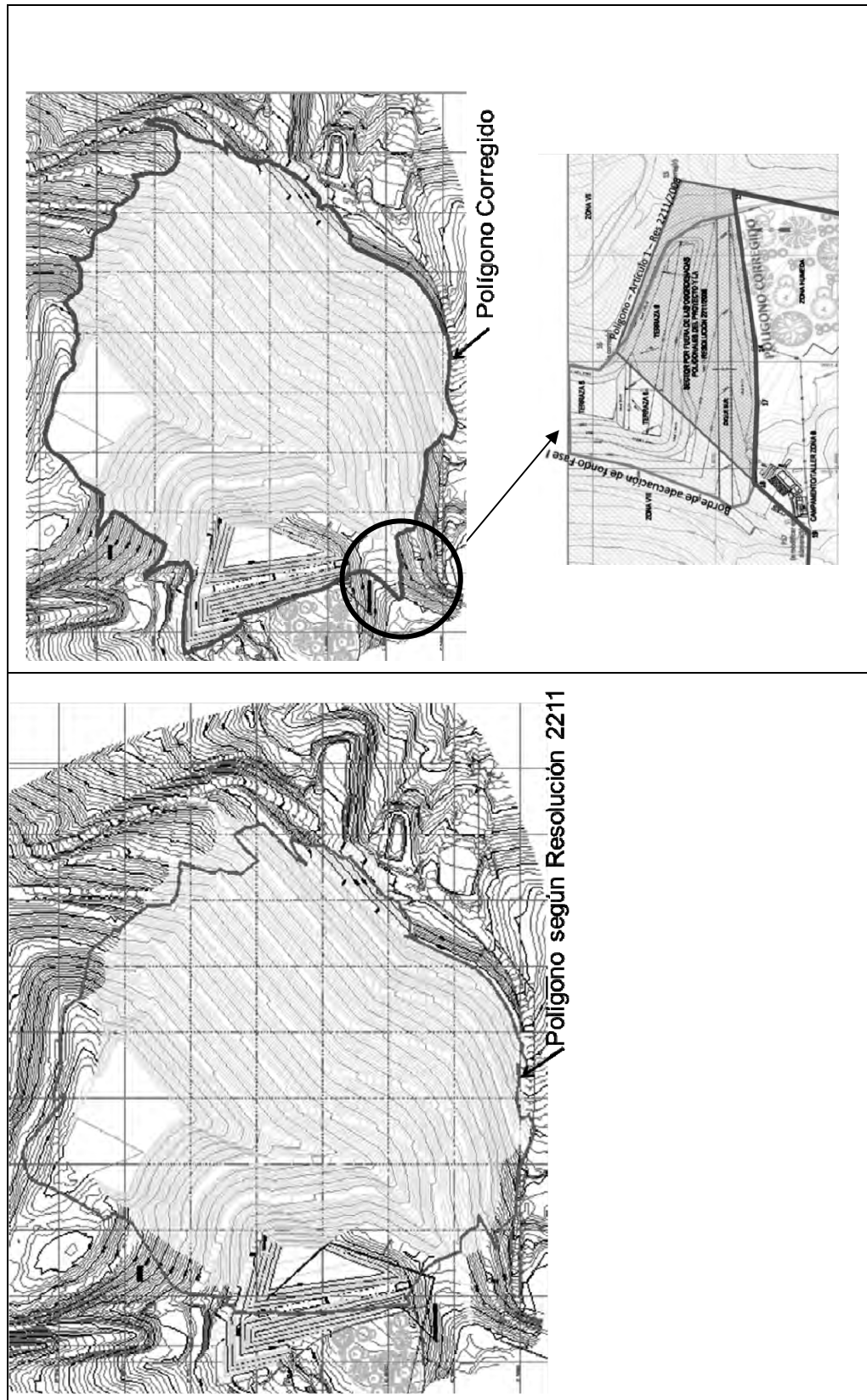


Figura 5-32: Vértices Polígono según Resolución 2211 y Corregido

5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Cuadro 5-65: Comparativo Parámetros Iniciales de Diseño Resolución CAR 2211/2008

Ítem	Resolución 2211/2008	Proyecto Fase I Optimización Polígono Corregido Art 1º Resolución 2211/2008	Proyecto Fase I Optimización Polígono Licenciado Art 1º Resolución 2211/2008
Capacidad de disposición de residuos <sup>8</sup>	9.295.915 Ton	6.844.271 Ton	9.504.124 Ton
Capacidad total	7.088.000 m <sup>3</sup>	5.218.657 m <sup>3</sup>	7.246.756 m <sup>3</sup>
Densidad de compactación de diseño	1,07 ton/m <sup>3</sup>	1,07 ton/m <sup>3</sup>	1,07 ton/m <sup>3</sup>
Área total de terreno	40 ha, 86,5% corresponde a taludes de las zonas VII y VIII	34 ha	40 ha
Área terreno natural	5,4 ha <sup>9</sup>	5,3 ha	8,3 ha
Altura máxima	76, desde el punto de adecuación de fondo de terraza 4 hasta la corona del domo	65 m desde el punto de adecuación de fondo de terraza 4 hasta la corona del domo	76 m desde el punto de adecuación de fondo de terraza 4 hasta la corona del domo
Vida útil	5 años	3,7 años	5,1 años
Terrazas	7	5	6
Tipo de residuos	Sólidos urbanos	Sólidos urbanos	Sólidos urbanos
Tipo de relleno	Terrazas combinado con método de área (llenado por niveles)	Terrazas combinado con método de área (llenado por niveles)	Terrazas combinado con método de área (llenado por niveles)

<sup>8</sup> Calculado para un factor de ocupación de 1,31 ton/m<sup>3</sup>

<sup>9</sup> El área de terreno natural con base en los planos de diseño del estudio Complementario elaborado por Proactiva S.A: es de 7,2 ha.

5.5 Diagnóstico Relleno Sanitario Doña Juana

Ítem	Resolución 2211/2008	Proyecto Fase I Optimización Polígono Licenciado Art 1º Resolución 2211/2008	Proyecto Fase I Optimización Polígono Corregido Art 1º Resolución 2211/2008
Fondo	Impermeabilización con geomembrana de polietileno de alta densidad de 60 mils (1,5 mm)	Impermeabilización con geomembrana de polietileno de alta densidad de 60 mils (1,5 mm)	Impermeabilización con geomembrana de polietileno de alta densidad de 60 mils (1,5 mm)
Manejo de gases	Evacuación pasiva desde el inicio de la operación	Evacuación pasiva desde el inicio de la operación	Evacuación pasiva desde el inicio de la operación
Producción de CH4	1.546.000 toneladas 2.156.200.000 m <sup>3</sup>		
Producción de CO2	1.723.000 toneladas 1.880.300.000 m <sup>3</sup>		
Producción de lixiviados	12.14 L/s		
Manejo de lixiviados	Drenaje, captación y conducción a pondaje ampliado de la Zona VII y desde ahí al sistema de tratamiento	Drenaje, captación y conducción a pondaje de la Zona VII y desde ahí al sistema de tratamiento	Drenaje, captación y conducción a pondaje de la Zona VII y desde ahí al sistema de tratamiento

Es importante indicar que dentro del área existe una zona húmeda que cubre una superficie de 6.000 m<sup>2</sup> de los 12.000 m<sup>2</sup> que se están adicionando a través de la modificación de las coordenadas del polígono que limita el área de la Fase I, lo anterior podría constituir un obstáculo para lograr la rectificación solicitada.

Dependiendo si la CAR autoriza o no la modificación de las coordenadas del polígono que delimita la Zona de Optimización Fase 1 la vida útil de dicha zona podrá ser de 5,2 o 3,7 años respectivamente.

Con fecha 11 de diciembre de 2012 y a través de la Resolución N° 2736 de la CAR, se resuelve sobre la solicitud formulada por la UAESP en relación a la corrección de las coordenadas del polígono que delimita el área de la Fase I de Optimización. Dicha resolución resuelve negar la corrección del polígono solicitado, indicando a la vez que no podrá intervenir la zona que se encuentre por fuera del polígono licenciado.

Debido a lo anterior y según lo indicado por CGR Doña Juana, al 31 de octubre de 2012 la capacidad remanente para la disposición de los residuos alcanza de la Fase I es de 2.954.200 m<sup>3</sup>.

### **b. Vida útil según Plan Director del RSDJ**

Durante el año 2011 se elaboró el Plan Director del Relleno Sanitario Doña Juana cuyo objetivo general fue recopilar información que sirviera para fijar políticas para su operación y uso futuro y como base para planear la prestación de los servicios de disposición final de los residuos sólidos.

Dentro de los objetivos específicos de este Plan se encuentra el de calcular la capacidad para recibir basura en el RSDJ y calcular la vida útil que pueda tener.

Para cumplir con los objetivos anteriores se levantó información y se elaboraron varios planos que entregaron la información necesaria para realizar los pre-diseños del Relleno Sanitario. Estos pre-diseños se realizan en zonas donde no se ha depositado basura o existe espacio para ello, descartando todas las áreas donde se ubican instalaciones o zonas con pendientes iguales o mayores a 3H: 1V, respetando además las zonas de amortiguamiento ambiental. Los pre-diseños se realizaron en base al Plano Topografía General Sitios con Diseño a octubre 15 de 2010. Las imágenes siguientes muestran el Plano base para los diseños, y Planos de Pre-diseños.



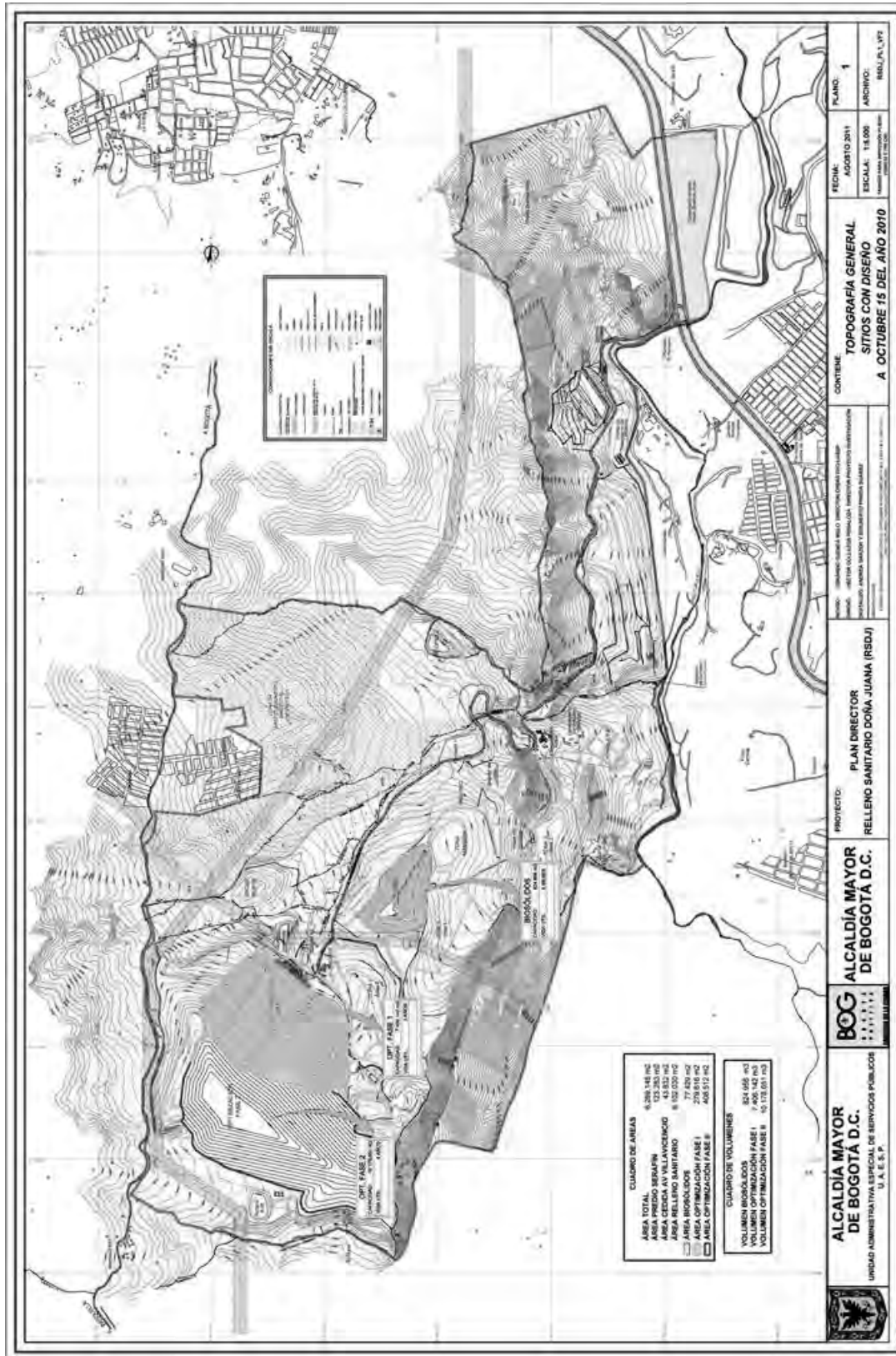
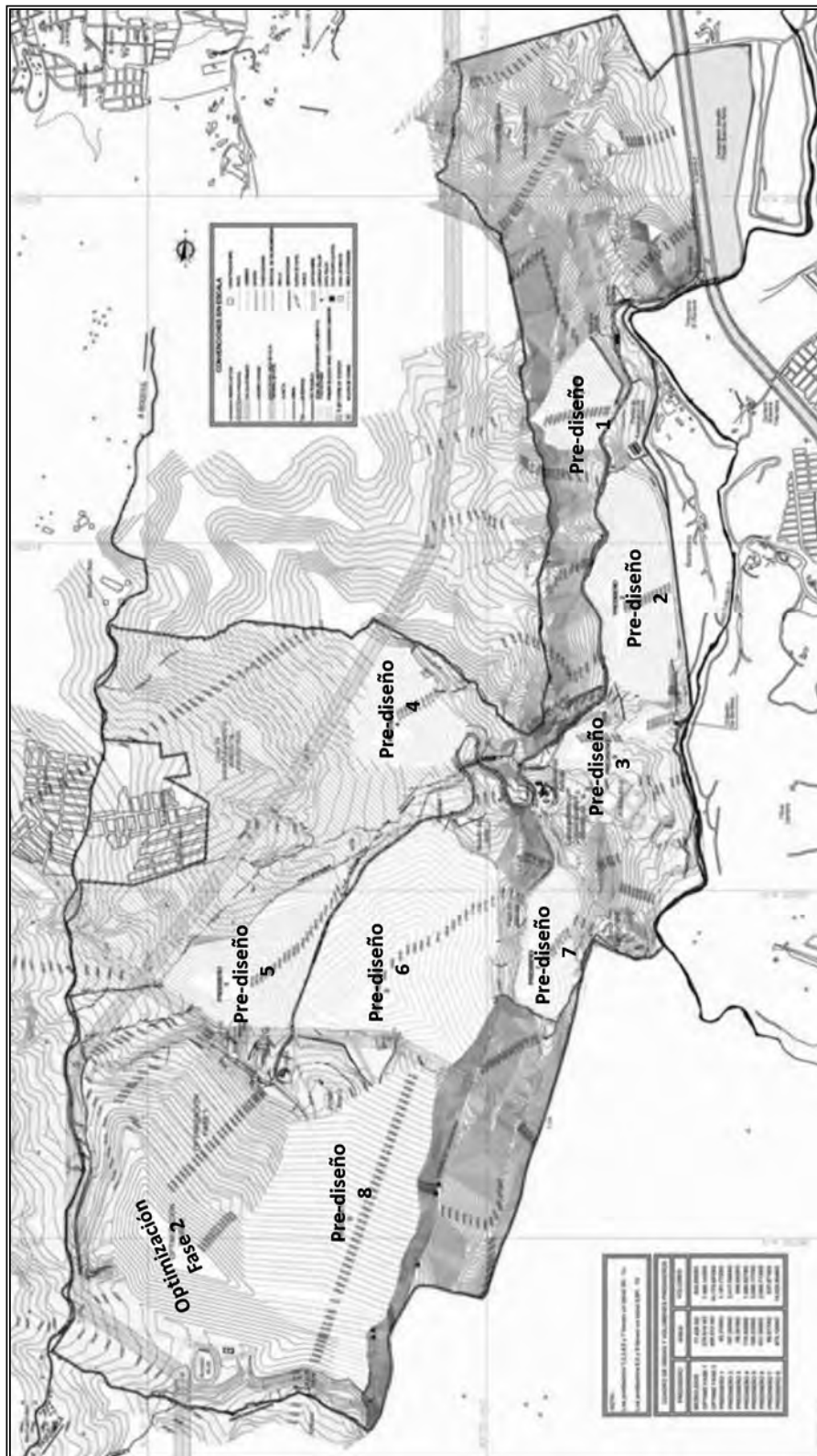


Figura 5-33: Plano Base para los Pre-diseños del RSDJ



Fuente: Plan Director RSDJ 2011

Figura 5-34: Plano Pre-diseños del 1 al 8 del RSDJ



Según los Pre-diseños se obtuvieron los siguientes volúmenes para la disposición final de residuos:

Cuadro 5-66: Capacidad Volumétrica del RSDJ Según los Pre-diseños y Optimización Fase I, Fase II y Biosólidos

Zonas	Área (m2)	Volumen (m3)
Biosólidos	77.429	824.956
Optimización Fase I	279.616	7.406.142
Optimización Fase II	408.512	10.178.651
Pre diseño 1	80.216	1.181.772
Pre diseño 2	197.255	2.417.506
Pre diseño 3	59.201	985.692
Pre diseño 4	119.546	1.980.827
Pre diseño 5	185.220	3.490.177
Pre diseño 6	431.365	3.065.713
Pre diseño 7	88.017	837.671
Pre diseño 8	478.120	14.024.564
Pre diseño 9	504.500	7.518.199
TOTAL		53.911.870

Fuente: Plan Director 2011

Para determinar la vida útil del RSDJ se consideró una densidad de 1,07 Ton/m<sup>3</sup> de los residuos en el Relleno Sanitario, por lo tanto, las áreas prediseñadas permiten la disposición final de 59.303.057 toneladas.

La vida útil del RSDJ se determinará sobre la base del ingreso de residuos, cuya proyección se ha calculado en función de los antecedentes estadísticos de ingreso de residuos al relleno sanitario 2006-2012 (ver Figura siguiente).

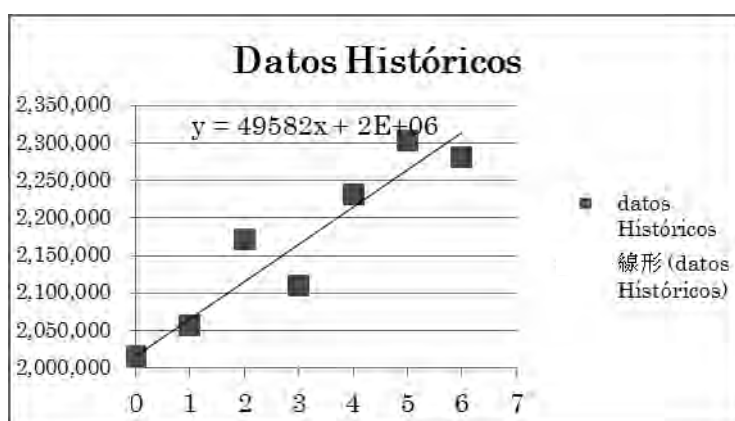


Figura 5-36: Ingreso Residuos al RSDJ

La siguiente ecuación representa la cantidad de residuos generados en Bogotá y que se disponen en el RSDJ en función del tiempo.

$$y = 49582x + 2E - 06$$

Donde:

y: Cantidad de residuos ingresado expresados en ton/año

x: N° de año

Al aplicar dicha ecuación se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 5-67: Proyección de Ingreso de Residuos a RSDJ

No.	Año	Datos Históricos	Proyección	Acumulado
		ton/Año	ton/Año	Ton
0	2006	2.016.300	2.016.300	
1	2007	2.057.111	2.065.882	
2	2008	2.171.363	2.115.464	
3	2009	2.110.596	2.165.046	
4	2010	2.230.924	2.214.628	
5	2011	2.302.675	2.264.210	
6	2012	2.280.930	2.313.792	
7	2013		2.363.374	2.363.374
8	2014		2.412.956	4.776.330
9	2015		2.462.538	7.238.868
10	2016		2.512.120	9.750.988
11	2017		2.561.702	12.312.690
12	2018		2.611.284	14.923.974
13	2019		2.660.866	17.584.840
14	2020		2.710.448	20.295.288
15	2021		2.760.030	23.055.318
16	2022		2.809.612	25.864.930
17	2023		2.859.194	28.724.124
18	2024		2.908.776	31.632.900
19	2025		2.958.358	34.591.258
20	2026		3.007.940	37.599.198
21	2027		3.057.522	40.656.720
22	2028		3.107.104	43.763.824
23	2029		3.156.686	46.920.510
24	2030		3.206.268	50.126.778
25	2031		3.255.850	53.382.628
26	2032		3.305.432	56.688.060
27	2033		3.355.014	60.043.074
28	2034		3.404.596	63.447.670
29	2035		3.454.178	66.901.848
30	2036		3.503.760	70.405.608
31	2037		3.553.342	73.958.950
32	2038		3.602.924	77.561.874
33	2039		3.652.506	81.214.380
34	2040		3.702.088	84.916.468

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Actualizando el volumen remanente del RSDJ a enero de 2012, se tiene:

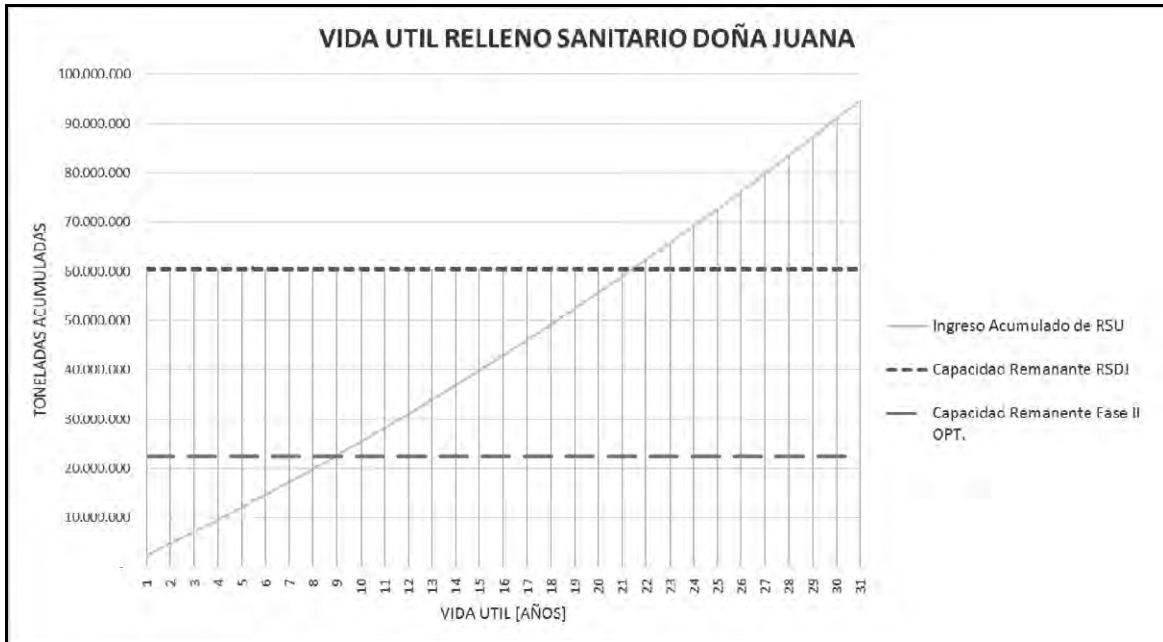
Cuadro 5-68: Capacidad Remanente Relleno Sanitario Doña Juana a Enero 2012

ZONA	AREA (m2)	VOLUMEN (m3)	Volumen Acumulado m3	Toneladas(5)	Toneladas Acumuladas
Biosólidos (1)	77.429	117.757	117.757	126.000	126.000
Optimización Fase 1(2)	279.616	4.748.301	4.866.058	5.080.682	5.206.682
Optimización Fase 2 (3)	474.234	16.072.533	20.938.591	17.197.610	22.404.292
Pre diseño 1(4)	80.216	1.181.772	22.120.363	1.264.496	23.668.788
Pre diseño 2	197.255	2.417.506	24.537.869	2.586.731	26.255.520
Pre diseño 3	59.201	985.692	25.523.561	1.054.690	27.310.210
Pre diseño 4	119.546	1.980.827	27.504.388	2.119.485	29.429.695
Pre diseño 5	185.220	3.490.177	30.994.565	3.734.489	33.164.185
Pre diseño 6	431.365	3.065.713	34.060.278	3.280.313	36.444.497
Pre diseño 7	88.017	837.671	34.897.949	896.308	37.340.805
Pre diseño 8	478.120	14.024.564	48.922.513	15.006.283	52.347.089
Pre diseño 9	504.500	7.518.199	56.440.712	8.044.473	60.391.562
TOTAL	-	56.440.712	-	60.391.562	-

Fuente: Plan Director RSDJ 2011

Basado en el volumen remanente a enero de 2012 y la proyección de residuos sin considerar proyectos de minimización, la vida útil del relleno sanitario es de 21,4 años, es decir hasta mayo de 2033. Si se considera exclusivamente el volumen remanente hasta completar la Fase II de optimización, la vida útil se reduce a 8,9 años, que corresponde a noviembre de 2020.

La figura siguiente muestra el gráfico correspondiente a lo descrito precedentemente.



Fuente: Elaboración propia 2013.

Figura 5-37: Vida Útil relleno Sanitario Doña Juana

## 5.6 Residuos Peligrosos de Fuentes no Industriales

### 5.6.1 Introducción

Residuo o desecho peligroso es aquel que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

La generación de los residuos peligrosos es más frecuente en la industria, pero también se encuentran en los hogares, en forma de productos post-consumo, que contienen sustancias como disolventes y metales pesados, y que requieren cuidados especiales en cuanto a su disposición.

Ejemplos de productos de uso doméstico que contienen sustancias peligrosas son tintas, removedores, aceites minerales, pesticidas, herbicidas, termómetros, tubos fluorescentes, pilas y baterías, medicamentos vencidos, algunos tipos de productos químicos de limpieza, aparatos electrónicos, como computadoras, televisores y teléfonos celulares, detectores de humos y electrodomésticos, como refrigeradores y aparatos de aire-acondicionado.

Aisladamente, los productos domésticos contienen pequeñas cantidades de sustancias peligrosas. Sin embargo, si consideramos la suma de productos en todos los hogares, establecimientos comerciales e institucionales, el potencial de daño al medio ambiente es considerable.

También se consideran peligrosos los residuos químicos, infecciosos y radioactivos generados por las actividades relacionadas con la prestación de servicios de salud, incluidas las acciones de promoción de la salud, diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades en humanos o animales.

### 5.6.2 Métodos de Tratamiento y Disposición Final Adecuados para Residuos Peligrosos

De manera general, los residuos peligrosos pueden ser tratados, reciclados o destruidos por procesos térmicos, físicos y/o químicos, o pueden ser confinados a través de la disposición en rellenos especiales.

#### a. Incineración

La incineración es un proceso de reducción de peso, volumen, y de las características de peligrosidad de los residuos, con consecuente eliminación de la materia orgánica y características de patogenicidad, través de combustión controlada.



De este proceso resultan como productos finales: (1) la energía térmica, que puede ser convertida en energía eléctrica o vapor; (2) gases, que deben ser filtrados y lavados; (3) aguas residuales, resultantes del lavado y enfriamiento de los gases, que deben ser tratados antes de ser descargadas al medio ambiente; (4) cenizas y escorias, que deben ser dispuestas en un relleno de seguridad.

Al presentarse, altos costos de instalación y operación, los incineradores son generalmente utilizados para residuos químicos de alta peligrosidad, que no pueden ser tratados o destinados con otra tecnología.

Incineradores dedicados para residuos hospitalarios (por ejemplo) emplean tecnología más sencilla, mientras los incineradores para residuos químicos peligrosos necesitan un sistema complejo de purificación y monitoreo continuo de los efluentes y emisiones generadas, ya que deben lograr una eficiencia comprobada entre 99,999% hasta 99,9999% para la destrucción de algunos compuestos orgánicos peligrosos.

#### **b. Coprocesamiento**

El coprocesamiento es la utilización de residuo como materia-prima o como combustible alternativo en hornos industriales, sobretodo en hornos de clinker de la industria cementera.

Para esto, el residuo tiene que ser previamente mezclado y homogeneizado, hasta obtener un nivel de composición y poder calorífico especificados.

Las sustancias orgánicas son destruidas a temperaturas hasta 2000°C, mientras que los metales (excepto metales volátiles, como mercurio, cadmio y talio) son incorporados en la estructura del clinker, y son inhibidas de lixiviarse.

Sin embargo, estos hornos industriales no cuentan con sistema de lavado de gases de alta eficiencia, y por esto el coprocesamiento no es indicado para residuos de alta peligrosidad, como aquellos que contienen orgánicos halógenos.

#### **c. Esterilización por el Calor – Autoclavado**

El autoclavado es un proceso de alta eficiencia que aplica vapor saturado con presión y temperatura controladas durante un tiempo preestablecido causando la destrucción de los microorganismos patógenos contenidos en los residuos infecciosos.

El proceso ocurre en una cámara cilíndrica y hermética (autoclave), en la que se alimentan los residuos en lotes. Después de cerrada la cámara, se aplica vacío y en seguida se inyecta vapor de agua a presión. Al final del proceso se despresuriza el sistema, el vapor se condensa y se drena, y los residuos estériles se retiran de la cámara y pueden ser dispuestos en un relleno sanitario común.

En el proceso hay pequeña reducción del volumen de los residuos debido a compactación por acción de la presión, y una pequeña adición de peso, por la absorción de agua condensada a la masa original de los residuos.

### **d. Relleno de Seguridad**

Consiste en la disposición de los residuos peligrosos no aprovechables en lugares especialmente seleccionados, diseñados y autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.

Esta práctica se considera una forma de aislamiento o confinamiento, pero no de tratamiento, ya que no hay transformación o destrucción del residuo.

La disposición en rellenos de seguridad es factible para residuos inorgánicos sólidos o con bajo porcentaje de humedad, pero manteniéndose la veda sobre la disposición de líquidos, orgánicos y reactivos.

Algunos residuos requieren procesamiento previo para su estabilización, solidificación, neutralización o encapsulamiento, para la corrección y adecuación de los parámetros, y evitar la reacción con otros residuos depositados o minimizar la lixiviación de contaminantes.

Requisitos fundamentales para la instalación y operación de un relleno de seguridad incluyen la selección de un sitio geológicamente e hidrogeológicamente adecuado, impermeabilización del suelo con arcilla y membrana sintética, drenaje y tratamiento de líquidos percolados, y monitoreo de la calidad de la agua subterránea en el entorno por medio de pozos de monitoreo.

### **e. Reciclaje**

El reciclaje emplea procesos físicos y/o químicos para la separación y purificación de los compuestos de interés, a través del cual varios residuos peligrosos pueden ser convertidos en nuevos productos.

En la industria, diversos residuos como solventes, aceites y pinturas son usualmente reciclados. Asimismo, gran parte de los residuos de fuentes diversas, o no-industriales, que contienen sustancias peligrosas también pueden ser integralmente o parcialmente reciclados, como los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), pilas y baterías, y aceites usados.

Además de las ventajas económicas, el reciclaje propicia la reducción de la utilización de fuentes naturales, en ocasiones no renovables y la minimización de la cantidad de residuos a ser enviados para su destrucción o disposición final.

Nota:

En todos los países en desarrollo es muy común que la actividad de recolección y reciclaje de los productos domésticos que se vuelven en desuso y que, por consiguiente, se convierten en residuos, sea realizada artesanalmente por recicladores de chatarra, que sacan y venden los pocos materiales con algún valor comercial, y descartan los que se quedan en sitios inadecuados.

Ejemplos de estas prácticas son la quema a cielo abierto de hilos y cables eléctricos para recuperar el cobre; y la extracción del plomo de baterías de vehículos, cuya solución ácida se vierte invariablemente al suelo, alcantarillado o cuerpos de agua.

Este tipo de reciclaje es hecho por personas de bajos ingresos y baja escolaridad, empleando métodos primitivos y sin hacer uso de ningún equipo de protección individual o colectiva, lo que representa un gran riesgo para la salud de estas personas y el medio ambiente.

### **5.6.3 Métodos Adecuados de Tratamiento y Disposición Final para los Residuos Peligrosos de Fuentes No Industriales**

Independiente de su origen, los residuos peligrosos requieren cuidados especiales en cuanto a su disposición. Aunque su producción en establecimientos residenciales, comerciales e institucionales sea relativamente pequeña (si se compara con los residuos ordinarios), la disposición de estos en un relleno sanitario es potencialmente dañina para el medio ambiente y debe ser evitada.

Mientras algunos residuos de fuentes no industriales pueden ser tratados o dispuestos en instalaciones diseñadas para residuos peligrosos industriales (como los productos de limpieza, medicamentos vencidos, aceites y pinturas), otros requieren procesos muy específicos (como los RAEE, lámparas, refrigeradores y los infecciosos biosanitarios).

En todos los casos, debido a su ocurrencia geográfica dispersa, el desafío más significativo sigue siendo la logística de recolección y transporte hasta los sitios de tratamiento o disposición.

#### **a. Productos de Limpieza y de Mantenimiento del Hogar**

Contienen en sus composiciones aceites, solventes, pinturas y barnices a base de hidrocarburos de petróleo.

Debido a su contenido orgánico y características de inflamabilidad, la mejor alternativa para su disposición es la destrucción térmica en incineradores o en hornos industriales por medio del coprocesamiento.

Sin embargo, algunos de estos productos pueden ser reciclados, aunque las pequeñas cantidades en que se presentan pueden inviabilizar tal iniciativa.

### **b. Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE)**

La terminología “RAEE” se refiere a aparatos dañados, descartados u obsoletos que consumen electricidad. Incluye una amplia gama de aparatos como computadores, equipos electrónicos de consumo, celulares y electrodomésticos, pero con un enfoque especial en las categorías que contienen materiales problemáticos, peligrosos, escasos, valiosos o de otra manera interesantes, como ejemplos: computadores, monitores LCD y TRC, celulares y frigoríficos.

Materiales peligrosos utilizados en la manufactura de los RAEE consisten en vidrio con plomo, vidrio con bario, cañón de electrones con bario, polvo fosforescente, condensadores que contengan bifenilos o trifenilopoliclorados (PCB o PCT), pilas y acumuladores y tarjetas de circuitos impresos con soldaduras de plomo.

Los tratamientos corrientes para estos tipos de residuos incluyen las alternativas:

#### Reacondicionamiento, Reparación y Reúso

Adjunto al concepto de las 3R, está el objetivo de prorrogar la vida útil de los equipos, como una medida eficiente para reducir la generación de residuos.

Si por su rápida obsolescencia no es viable la comercialización de equipos reacondicionados, algunos, como computadores, pueden ser puestos a disposición de instituciones públicas educativas.

#### Descontaminación

Consiste en la remoción de componentes que contienen sustancias peligrosas, para que el aparato restante pueda seguir sin riesgo en la cadena de reciclaje.

#### Desensamble Manual

Desmantelamiento de los equipos, con herramientas manuales, para extraer y separar los materiales reciclables, preferencialmente después de la etapa de descontaminación.

Es una alternativa viable para proyectos de inclusión social, empleando mano de obra no calificada o personas discapacitadas.

#### Desensamble Mecánico

Trituración de los equipos (después de la etapa de descontaminación) y posterior separación y selección de los fragmentos utilizando mecanismos de separación magnética o por densidad.

Hay restricciones para algunos equipos eléctricos y electrónicos, como por ejemplo los monitores CRT o aparatos con líquidos o aceites, que no pueden ser procesados en conjunto con otros aparatos.

#### Refinación Térmica y/o Química

Utilizada para recuperar metales valiosos, como oro, plata y platina de tarjeta de circuito impreso, empleando procesos de pirolisis e hidrólisis con ácido concentrado.

#### Incineración y Disposición en Relleno de Seguridad

No permiten la recuperación o reciclaje de materiales, y por esto se encuentran en desuso. Además, requieren medidas de control adecuadas para prevenir la contaminación ambiental.

#### **c. Pilas y Baterías**

Contienen metales pesados diversos, como Cadmio, Níquel, Litio y Plomo.

Se constituyen como alternativas la refinación térmica y/o química, para la recuperación de metales de interés comercial; o su disposición en rellenos de seguridad.

#### **d. Bombillas y Tubos Fluorescentes**

Contienen mercurio, que es responsable de daños al sistema nervioso y otras enfermedades, principalmente cuando se encuentra en la forma de vapor o combinado con compuestos orgánicos.

Aunque un tubo fluorescente de 40W contiene apenas 5 gramos de mercurio, si consideramos las millones de lámparas descartadas todos los años, tendremos una cantidad significativa de mercurio dispuesta en rellenos sanitarios o sitios de disposición final no controlados. Además, por su fragilidad, los tubos y bombillas se pueden romper liberando gran parte del mercurio antes de que lleguen al sitio de relleno.

La tecnología corriente más avanzada es la de reciclaje en instalaciones adecuadas, en las cuales se rompen las bombillas y tubos en equipos de vacío, con posterior condensación y recuperación del Mercurio, así como de los otros materiales (vidrio, polvo fosfórico, aluminio) que componen las bombillas.

Esta operación requiere un control eficiente, pues además del riesgo ocupacional, el mercurio es un metal volátil y se puede disipar para la atmósfera.

#### **e. Medicamentos y Fármacos Vencidos**

Contienen moléculas orgánicas complejas y persistentes, que pueden ocasionar contaminación ambiental cuando son descartadas en la basura o alcantarillado, teniendo en cuenta que

representan un riesgo a la salud para las personas que puedan reutilizarlos accidentalmente o intencionalmente debido a factores sociales o circunstanciales.

El tratamiento más recomendado sigue siendo la destrucción térmica en incineradores con sistema de lavado de gases eficiente. Algunas formas de tratamientos alternativos son la destrucción térmica en hornos cementeros; o la disposición en celdas de seguridad con inmovilización previa a través de mezcla con cemento y empaque en tambores plásticos.

### **f. Biocidas / Plaguicidas**

Algunos de estos productos son formulados a partir de moléculas orgánicas complejas y persistentes, incluyendo organocloradas y organofosforadas, con alto potencial de polución.

El tratamiento más recomendado sigue siendo la destrucción térmica en incineradores con sistema de lavado de gases eficiente.

### **g. Residuos Peligrosos Hospitalarios y Similares**

Este grupo comprende los residuos peligrosos generados por las actividades relacionadas con la prestación de servicios de salud, incluidas las acciones de promoción de la salud, prevención de la enfermedad, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación; la docencia e investigación con organismos vivos o con cadáveres; bioterios y laboratorios de biotecnología; cementerios, morgues, funerarias y hornos crematorios; consultorios, clínicas, farmacias, centros de pigmentación y/o tatuajes; laboratorios veterinarios, centros de zoonosis y zoológicos.

Estos residuos se clasifican en químicos, infecciosos y radioactivos, y se deben segregar y acondicionar en el origen para que se envíen a los tratamientos adecuados.

Los residuos químicos incluyen fármacos, reactivos de laboratorios y productos con metales pesados, como termómetros, amalgamas y líquidos reveladores de rayos-x. A estos se pueden aplicar tratamientos físico-químicos, incineración, disposición en relleno de seguridad o reciclaje.

Los residuos infecciosos se sub-clasifican en biosanitarios, anatomopatológicos, cortopunzantes y animales, a los cuales se aplican tratamientos térmicos, siendo los más frecuentes la incineración y la esterilización en autoclave, pero también se pueden tratar mediante desactivación por radiación y microondas, por ejemplo.

## 5.6.4 Diagnóstico

### 5.6.4.1 Fuentes de Información

El diagnóstico a seguir se elaboró con base en informaciones suministradas por la UAESP; por la Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; por el vicepresidente de Desarrollo Sostenible de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia – ANDI; por ECOPROCESAMIENTO (Grupo HOLCIN); en datos y informes disponibles en los sitios en la web de UAESP, SDA, CAR, MINAMBIENTE, Alcaldía de Bogotá, ANDI, ECOCAPITAL y ECOPROCESAMIENTO; en observaciones y datos recolectados en visita técnica a la planta de ECOCAPITAL.

### 5.6.4.2 Normativa

La normativa relacionada con el tema de residuos peligrosos en Colombia es muy vasta y relativamente avanzada. A continuación, están resumidos algunos instrumentos generales y otros más específicos, principalmente aquellos relacionados a la gestión de productos post-consumo que contienen sustancias peligrosas.

**Ley 430 de 1998:** Prohíbe el ingreso no autorizado de residuos peligrosos en el país; Establece la responsabilidad del generador o importador de producto o sustancia con propiedad peligrosa sobre el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia, que es compartida con el receptor hasta que sea comprobado su aprovechamiento o disposición final.

**Ley 632 de 2000:** Establece que los municipios y distritos deberán asegurar la prestación del servicio de recolección, transferencia y transporte de residuos generados por usuarios residenciales y pequeños productores, residuos patógenos y peligrosos, para lo cual podrán asignar áreas de servicio exclusivo, mediante la celebración de contratos de concesión, con previa realización de licitación pública.

**Decreto 1609 de 2002:** Establece los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera.

El artículo 6° establece la obligación de registro nacional para transporte de mercancías peligrosas ante las direcciones territoriales del Ministerio de Transporte.

El artículo 47 establece que el manejo y transporte de los desechos que se generen por cualquier proceso productivo, envases y embalajes de mercancía peligrosa, debe realizar cumpliendo los mismos requisitos y obligaciones contemplados en este acto.

**Resolución 1073 de 2003, de la CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca:** Aprueba el “Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados”,

elaborado por el DAMA – Departamento Técnico-Administrativo del Medio Ambiente. Este manual define que aceites usados sean transformados en nuevos productos, través de formulación o refinación; o utilizados como combustible alternativo en calderas u hornos industriales.

**Decreto 1220 de 2005:** Reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Artículo 9º: La construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos requieren licencia ambiental, cuya competencia es de las Corporaciones Autónomas Regionales, las de Desarrollo Sostenible, los Grandes Centros Urbanos y las autoridades ambientales creadas mediante la Ley 768 de 2002.

**Decreto 4741 de 2005:** Reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

Artículo 5º: Clasifica los residuos considerados peligrosos, los cuales son relacionados en los Anexo I y II. Considera que la mezcla de un residuo peligroso con otro que no lo es, le confiere a este último características de peligrosidad.

Artículos 10º, 11º y 12º: Establecen que el generador es responsable por el manejo integral de los residuos que genera, hasta que el residuo o desecho peligroso sea aprovechado como insumo o dispuesto con carácter definitivo; El generador debe contratar servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final con instalaciones que cuenten con las licencias necesarias.

Artículos 14º e 15º: Establecen que el fabricante o importador de un producto o sustancia química con característica peligrosa debe garantizar el manejo seguro y responsable de los envases, empaques, embalajes y residuos del producto o sustancia química con propiedad peligrosa. Sus responsabilidades se equiparan a los generadores.

Artículos 20º e 21º: Obliga a los fabricantes o importadores de plaguicidas, fármacos o medicamentos, y baterías plomo-ácido, que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, a que elaboren y presenten ante la autoridad ambiental un Plan de Gestión de Devolución de Productos Post-consumo, para retorno de los residuos o desechos peligrosos o los productos usados, caducos o retirados del comercio a la cadena de producción, importación, distribución y comercialización. El párrafo 1º establece que los distribuidores y comercializadores deben formar parte de los Planes de Gestión y participar activamente en su implementación.



Artículo 23°: Obliga al consumidor o usuario final a entregar los residuos o desechos peligrosos post-consumo provenientes de productos o sustancias químicas con propiedad peligrosa, al mecanismo de devolución o retorno que el fabricante o importador establezca.

Artículo 25°: Requiere el apoyo de los municipios a los programas de gestión integral que establezcan los generadores y autoridades ambientales, y a la realización de campañas de sensibilización, divulgación, educación e investigación con el fin de promover la gestión integral de los residuos o desechos peligrosos.

Artículo 27°: Obliga al Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos a cualquier persona que genere cantidad igual o mayor a 10 Kg/mes.

Artículo 31°: Establece que la exportación, el tránsito y la importación de residuos peligrosos están sujetos al consentimiento previo de los respectivos países, de conformidad con lo consagrado en el Convenio de Basilea.

El **Convenio de Basilea** es un tratado ambiental internacional que regula estrictamente el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos y asigna obligaciones a las partes para asegurar el manejo ambientalmente racional de los mismos, particularmente su disposición.

**Resolución 1297 de 2010, del MAVDT:** Asigna a los productores de pilas y/o acumuladores la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores, los cuales podrán optar por cumplir esta obligación mediante la constitución de un sistema individual o colectivo según sea el caso.

Los Sistemas deberán ser articulados con los proveedores o expendedores, y permitir a los consumidores devolver los residuos de pilas y/o acumuladores sin costo, a través de puntos o mecanismos de recolección accesibles. Deben también contemplar alternativas de aprovechamiento y/o valorización.

A partir del año 2012, los Sistemas deberán asegurar la recolección mínima anual del 4% de los residuos, con incrementos anuales hasta alcanzar el 45% como mínimo.

Los consumidores se quedan responsables por entregar los residuos de pilas y/o acumuladores a través de los puntos o mecanismos de recolección establecidos por los productores.

Las autoridades municipales y ambientales deberán promover y apoyar programas de divulgación y educación a la comunidad con el fin de orientar e informar a los consumidores sobre sus obligaciones.

Además, se prohíbe disponer residuos de pilas y/o acumuladores en rellenos sanitarios, quemar, enterrar o abandonarlos en el espacio público.

**Resolución 1512 de 2010, del MAVDT:** Similarmente a la Resolución 1297, establece las mismas obligaciones a los productores, proveedores o expendedores, consumidores y autoridades municipales y ambientales, acerca de los residuos de computadores y/o periféricos.

Las metas, a partir del año 2012, prevén la recolección mínima anual del 5% de los residuos, con incrementos anuales hasta alcanzar el 50% como mínimo.

Del porcentaje anual de recolección, los productores deberán destinar el 30% de los computadores y/o periféricos a procesos de reacondicionamiento.

**Resolución 1511 de 2010, del MAVDT:** Similarmente a la Resolución 1297, establece las mismas obligaciones a los productores, proveedores o expendedores, consumidores y autoridades municipales y ambientales, acerca de los residuos de bombillas tipos fluorescentes compactas, fluorescentes tubulares, haluros, vapor de mercurio y vapor de sodio.

Las metas, a partir del año 2012, prevén la recolección mínima anual del 5% de los residuos, con incrementos anuales hasta alcanzar el 60% como mínimo.

**Resolución 0371 de 2009, del MAVDT:** Asigna a los fabricantes o importadores de fármacos o medicamentos, la obligación de formular Planes de Gestión de Devolución de Productos Post-consumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos, a ser implementados en conjunto con los distribuidores y comercializadores, para la recolección y disposición final adecuada.

Deben crearse una red de puntos de entrega o recolección de fármacos o medicamentos vencidos, los cuales podrán ubicarse en las instalaciones de los distribuidores, de las farmacias y droguerías, a partir de los cuales se envía hasta centros de acopio, que por su vez los encamina a las instalaciones de tratamiento o disposición final.

Las metas prevén aumentos graduales en la cobertura de atención a la población, a partir de 10% en el segundo año, hasta alcanzar o mínimo de 70% del total de la población del país.

Se prohíbe disponer fármacos vencidos en rellenos sanitarios o rellenos de seguridad sin autorización previa, quemarlos o verterlos al agua, sistemas de alcantarillado público o cualquier otro sitio no autorizado.

**Resolución 0693 de 2007, del MAVDT:** Asigna a los fabricantes o importadores de plaguicidas, la obligación de formular Planes de Gestión de Devolución de Productos Post-consumo, a ser implementados en conjunto con los distribuidores y comercializadores, para recolección y disposición final adecuada.

Establece meta mínima de recolección de 20% en el primer año, con incrementos anuales hasta el mínimo de 75%.

**Acuerdo 322 de 2008, del Concejo de Bogotá:** Ordena a la Secretaría Distrital de Ambiente diseñar e implementar la Estrategia de Gestión Integral para los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE; y a la Secretaría Distrital de Ambiente en conjunto con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, y de acuerdo con todos los autores de la cadena del ciclo de vida de los RAEE, diseñar y realizar campañas de información sobre las diferentes etapas de su Gestión Integral.

**Resolución 1754 de 2011:** Adopta el Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital, con un periodo de implementación de 15 años a partir de la vigencia de esta Resolución, cuyo seguimiento se dará por la Secretaria Distrital de Ambiente.

El objetivo general del Plan adoptado es prevenir y minimizar la generación de los residuos peligrosos. El Plan establece objetivos específicos, estrategias, metas y acciones para la gestión ambiental de los residuos peligrosos generados por la industria, comercio, servicios y consumo masivo.

#### **Normativa Específica de los Residuos Hospitalarios**

**Resolución 1164 de 2002,** de los Ministerios de Medio Ambiente y de Salud: Adopta el Manual de Procedimientos para la Gestión Integral de Residuos Hospitalarios y Similares.

**Decreto 2676 de 2000,** de los Ministerios de Medio Ambiente y de Salud, modificado parcialmente por los Decretos 2763 de 2001, 1669 de 2002 y 4126 de 2005.

Reglamenta la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares. Clasifica los residuos de acuerdo con su contenido y peligrosidad; establece las obligaciones de los generadores, prestadores de servicios y de las autoridades ambientales y del sector salud; presenta conceptos generales de gestión, incluyendo segregación en la fuente, almacenamiento, tratamiento y disposición final.

#### Nota:

Las normativas vigentes involucran como elemento fundamental el concepto de responsabilidad del generador, y también, en el caso de los productos post-consumo, la responsabilidad extendida del productor, por el cual los fabricantes e importadores deben

asignar las tareas de formular e implementar sistemas de recolección de sus productos cuando estos se convierten en residuos, para que sean reciclados o dispuestos adecuadamente.

Este concepto está alineado con las prácticas de logística reversa y manufactura reversa adoptadas actualmente en países desarrollados.

### 5.6.4.3 Mercado de Tratamiento y Disposición Final para Residuos Peligrosos en el Área del Distrito Capital de Bogotá y Cundinamarca

El mercado de tratamiento y disposición de residuos peligrosos fue evaluado por intermedio de datos publicados por las autoridades competentes para el licenciamiento y control de las empresas prestadoras de servicios y sus instalaciones, ubicadas en la ciudad de Bogotá y ciudades vecinas, siendo: la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Otros datos complementarios fueron obtenidos en los sitios de internet de empresas y en visitas a las empresas HOLCIN y ECOCAPITAL.

#### a. Incineración

De acuerdo con las listas de empresas licenciadas por la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, hay 11 incineradores licenciados en la región de Bogotá y ciudades cercanas. Algunos de estos incineradores utilizan hornos verticales de doble cámara y se dedican al procesamiento de residuos hospitalarios anatomopatológicos, pero hay también incineradores licenciados para recibir casi todo tipo de residuo peligroso, incluido solventes orgánicos aromáticos y halogenados.

#### Empresas Incineradoras Licenciadas por la CAR:

RECICLAJE EXCEDENTES E INCINERACIONES INDUSTRIALES REII S.A – ESP  
BIOTRATAMIENTO DE RESIDUOS EL MUÑA LTDA (algunos residuos hospitalarios,  
medicamentos y productos farmacéuticos)

INCINERADORES B.O.K S.A.

UNIÓN TEMPORAL EJES LTDA - GAR LTDA (500 Kg/hora)

ECOLOGÍA Y ENTORNO LTDA - ECOENTORNO LTDA (1000 Kg/hora)

INTERASEO S.A. E.S.P. (480 Kg/hora)

EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DE BOGOTA S.A. E.S.P. "EMAS BOGOTA"  
(1000 Kg/hora)

SAPRIN S.A. ESP (90 Kg/hora)

Empresas Incineradoras Licenciadas por la SDA:

ECOCAPITAL S.A. E.S.P. (algunos residuos infecciosos, biosanitarios, de animales, cortopunzantes y anatomopatológicos)

ECOENTORNO LTDA (Residuos industriales, hospitalarios o domésticos)

ELINTE S.A. (Residuos combustibles de origen doméstico y comercial; aceites usados)

Nota:

El incinerador de ECOCAPITAL actualmente se encuentra fuera de servicio.

**b. Autoclavado**

El tratamiento por autoclavado es ofrecido por la empresa ECOCAPITAL S.A. E.S.P. y actualmente aplicado únicamente para los residuos hospitalarios y similares que pertenecen al subgrupo de los biosanitarios.

ECOCAPITAL maneja dos cámaras autoclaves en su sitio licenciado ubicado en Fontibón, Bogotá, donde los residuos son tratados por calor húmedo, a una temperatura de 145 grados Celsius durante 30 minutos. Después de autoclavado los residuos se llevan para disposición en el Relleno Sanitario Doña Juana.

En cada ciclo se procesan aproximadamente 1 tonelada de residuos, con un promedio de 26 ciclos por día, y seis días por semana, resultando en una capacidad de casi 700 toneladas por mes.

Los residuos anatomopatológicos, cortopunzantes y de animales actualmente se llevan hasta dos incineradores (TECNIAMSA y PROSARC) con los cuales ECOCAPITAL mantiene alianzas estratégicas, y las cenizas generadas después del tratamiento se llevan para disposición en una celda de seguridad ubicada en el Relleno Sanitario Doña Juana.



*Autoclaves de ECOCAPITAL  
Juana*



*Residuos esterilizados al relleno Doña  
Juana*

Extensión de los Servicios de ECOCAPITAL:

Los servicios prestados por ECOCAPITAL incluyen también las actividades de recolección, transporte y carga hasta la disposición final de los residuos hospitalarios y similares producidos en el Distrito Capital, dentro del Área de Servicio Exclusivo – ASE, que comprende la zona urbana y rural, únicamente en centros poblados cercanos al área urbana, del Distrito Capital. El componente de tratamiento no se incluye en el ASE, de acuerdo con lo establecido por la Sentencia No. 25000-23-27-000-2004-00888-01(AP) de 2008 del Consejo de Estado.

El Reglamento Técnico-Operativo, editado en marzo de 2012, establece los principios básicos para la prestación del servicio en las actividades de recolección, transporte, tratamiento y carga hasta la disposición final y define las obligaciones que estarán a cargo del Concesionario.

Estas actividades corresponden a las etapas de Gestión Integral Externa de Residuos Hospitalarios y Similares, definidos en el manual de procedimientos adoptado por la Resolución 1164 del 06 de septiembre de 2002.

El Reglamento establece la obligación del Concesionario para recolectar los residuos generados por grandes, medianos, pequeños y micro-generadores, con frecuencias mínimas pre-definidas.

**Cuadro 5-69: Cantidades y Frecuencias de Recolección**

Clase de Generador	Producción Promedio Mensual (Kg/mes)	Frecuencia de Recolección
Gran Productor	> 3000	Diaria (6/7 o 7/7)
Mediano Productor	≥750 - <3000	Tres veces por semana (3/6)
Pequeño Productor	≥90 - <750	Dos veces por semana (2/6)
Microproductor A	≥39 - <90	Una vez por semana (1/6)
Microproductor B	≥10 - <39	Dos veces al mes
Microproductor C	< 9	Una vez al mes
Anatomopatológicos	Cualquier cantidad	Entre 1 y 7 veces por semana

Fuente: Manual Técnico-Operativo UAESP, Marzo 2012

Para utilizar el servicio, el generador debe solicitar su vinculación a través del Centro de Atención al Usuario – CAU. Una vez radicada la solicitud, se debe tomar en el CAU una capacitación sobre el "Manejo Integral de Residuos Hospitalarios y Similares", para lo cual se debe asistir con la documentación requerida. Posteriormente, se programa una visita al generador, con el fin de validar los requisitos previos y formalizar la incorporación a la ruta sanitaria.

Para el transporte se utilizan furgones con capacidad para 700 Kg y camiones con capacidad para 4 toneladas, de uso exclusivo para residuos hospitalarios, con equipos de comunicación y geoposicionadores satelitales (GPS); plataforma hidráulica automática para cargue; dispositivo para contención de derrames; superficies internas lisas para facilitar las actividades de limpieza y desinfección; aislamiento térmico y luces germicidas en el interior de los furgones para evitar la proliferación de microorganismos; y tripulaciones capacitadas, entrenadas y equipadas con los elementos de protección recomendados.

Cada vehículo también es equipado con báscula portátil que registra electrónicamente el tipo de residuo y peso, comunicándose con un sistema central computadorizado, que permite el control de los residuos recolectados, recibidos y tratados, así como la emisión de facturas y certificados de disposición.



*Camiones de ECOCAPITAL*



*Interior del furgón*



*Plataforma hidráulica de cargue*



*Báscula portátil computadorizada*

Se utiliza el sistema de manifiesto, numerado secuencialmente y emitido en dos vías (Generador y ECOCAPITAL), para registro de cada recolección efectuada, donde se llenan los datos del generador, tipo y peso de los residuos recolectados, firma del generador y del conductor. Los manifiestos y certificados de disposición pueden ser requeridos en inspecciones por parte de las autoridades.

El usuario también puede consultar y descargar los registros históricos de recolección, transporte y tratamiento de sus residuos, así como certificados de disposición final, a través de la página web de ECOCAPITAL, mediante una clave de acceso.

En la actualidad, ECOCAPITAL cumple nueve rutas de recolección en el Distrito de Bogotá, y sirve a aproximadamente 12.000 clientes, de los cuales más de 95% son microgeneradores de los tipos A, B y C, y menos de 5% pertenecen a las clases de los grandes, medianos y pequeños generadores.

Aunque la logística para servir a los microgeneradores pueda ser más compleja y menos rentable, el molde del contrato actual prevé un precio único por kilogramo de residuo recolectado y tratado para todas las clases de generadores, sin un mínimo de facturación.

Cabe mencionar que ECOCAPITAL no tiene la exclusividad para el servicio de tratamiento de los residuos. En el caso de que el generador opte por la contratación del tratamiento con otra empresa, corresponderá a ECOCAPITAL la obligación de transportar los residuos hasta la empresa elegida, así como llevar las cenizas o los subproductos del tratamiento hasta el sitio de disposición final. Sin embargo, ya que tiene la exclusividad para la recolección, prácticamente todos los generadores de residuos hospitalarios de Bogotá contratan el tratamiento también con ECOCAPITAL.

ECOCAPITAL también comercializa empaques, bolsas y guardianes para el adecuado acondicionamiento de los residuos.

### **c. Coprocesamiento**

Actualmente Colombia cuenta con una sola planta cementera autorizada para el coprocesamiento de residuos peligrosos, que pertenece al grupo HOLCIN COLOMBIA S.A. y se encuentra ubicada en Nobsa, Boyacá.

El almacenamiento temporal y procesamiento de los residuos para la preparación del “blend”, que es utilizado como combustible alternativo, es ejecutada por la ECOPROCESAMIENTO (filial de HOLCIN), ubicada en sitio próximo a la cementera.

Para los residuos que necesitan trituración, la empresa cuenta con capacidad de procesamiento de 4 toneladas por hora. La capacidad total de almacenamiento es de 6500 toneladas, y la tasa de ingreso de residuos en el horno es de 14 kg de residuos por tonelada de clinker.

La empresa procesa residuos tales como: aceites usados, grasas, materias primas, catalizadores, productos fuera de especificación de las industrias química y farmacéutica,



tierras contaminadas, envases plásticos, cenizas de incineración, lodos, medicamentos vencidos, entre otros, y tiene como principales clientes las industrias de varios sectores.

La empresa no recibe residuos hospitalarios infecciosos o biológicos, pilas, baterías, computadoras y sus periféricos, residuos con mercurio y pesticidas, aunque puede recibir empaques vacíos impregnados con pesticidas y otros contaminantes. Podría recibir llantas y neumáticos, pero hasta la fecha no tiene capacidad para triturar estos artículos al tamaño que se requiere para el ingreso en el horno.

Hasta el momento, ECOPROCESAMIENTO no ha recibido residuos provenientes de los programas de recolección reversa regulados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

**d. Relleno de Seguridad**

RELLENOS DE COLOMBIA S.A. E.S.P., ubicada en el municipio de Mosquera es la única empresa licenciada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR para operar un relleno de seguridad.

De acuerdo con su licencia, esta empresa puede recibir y disponer una gama muy amplia de residuos, incluyendo orgánicos, aceitosos y grasos, lodos con solventes orgánicos halogenados, hasta plaguicidas, cuya disposición en el relleno es vedada en diversos países del mundo.

Sin embargo, la empresa informa que algunas técnicas de pre-tratamiento son aplicadas, como solidificación, estabilización, desecado y encapsulamiento. Estas técnicas se utilizan con el objetivo de reducir la movilidad de los contaminantes y consecuentemente la peligrosidad de algunos residuos.

Desde el 01 de julio de 2012, en virtud de un acuerdo firmado, el relleno de seguridad es operado por TECNOLOGÍAS AMBIENTALES DE COLOMBIA S.A. E.S.P. – TECNIAMSA.

**e. Almacenamiento, Procesamiento y/o Reciclaje**

Según los directorios publicados por la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA y por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, existen 23 empresas licenciadas, que prestan servicios de almacenamiento, procesamiento o reciclaje (directa o indirectamente) de diversos tipos de residuos peligrosos.

Algunas de estas empresas no hacen el procesamiento directamente, pero si reciben, almacenan y envían los materiales para reciclaje u otra forma de disposición, en instalaciones de terceros, en Colombia o, en algunos casos, en el exterior.

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

### Empresas Licenciadas por la CAR:

BIOTRATAMIENTO DE RESIDUOS EL MUÑA LTDA	Reconversión y tratamiento de residuos peligrosos y no peligrosos mediante procesos físicos, mecánicos, químicos, biológicos	Disolventes orgánicos, cianuros, aceites minerales, residuos de tintas, colorantes, pigmentos pinturas, lacas o barnices, resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos, productos químicos fotográficos, cromo hexavalente, cobre, zinc, arsénico, selenio, cadmio, antimonio, telurio, plomo, ácidos y bases, éteres, acumuladores de plomo, tubos de rayos catódicos y otros vidrios activados, catalizadores, fenoles y otros.
RECUPERACION DE METALES S.A.	Almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento	Baterías de plomo y ácido sulfúrico.
RETAMBORES LTDA.	Reacondicionamiento	Tambores metálicos y plásticos.
SERVIMAEX	Almacenamiento, tratamiento y aprovechamiento	Fluidos residuales aceitosos a base de hidrocarburos.
RESIDUOS ECOEFICIENCIA S.A.	Almacenamiento	Tubos fluorescentes, solventes, residuos contaminados con grasas, aceites, pinturas y disolventes, canecas, baterías de plomo-acido, filtros de aceite, balastos, tóners, llantas, RAETT.
PROCESOS Y MAQUILAS LTDA.	Recuperación	Aceites minerales lubricantes y hidráulicos.
RECOLTAMBORES Y/O LISIMACO ISAZA RAMIREZ	Reacondicionamiento	Tambores metálicos y plásticos.
ORGANIZACIÓN DE CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL LTDA. – OCADE LTDA	Almacenamiento	RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos), mercurio, aceites minerales.

### Empresas Licenciadas por la SDA:

LITO LTDA	Despiece y almacenamiento	Bombillas de mercurio y sodio, residuos de baterías, pilas y elementos de cadmio-níquel, litio, plomo, pilas alcalinas, residuos electrónicos y sustancias agotadoras de la capa de ozono.
GAIA VITARE LTDA	Despiece y almacenamiento	Residuos electrónicos, eléctricos y de telecomunicaciones.
INDUSTRIAS FIQ	Almacenamiento y aprovechamiento	Solventes usados.
OMNIUM MULTISOCIEDADES LTDA	Aprovechamiento	Aprovechamiento de líquidos de revelado y fijado y películas fotográficas.
LASEA SOLUCIONES EU	Almacenamiento	Residuos plásticos y filtros para aceite, desechos de la producción de productos farmacéuticos, mezclas de aceite y agua, desechos de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas, barnices, resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos, residuos eléctricos, electrónicos y de telecomunicaciones, tubos fluorescentes, y lámparas de

		mercurio.
AGUA, TIERRA AIRE LIMITADA ATA ELEMENTOS LTDA	Almacenamiento y aprovechamiento (desmantelamiento y despiece)	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
DESCONT S.A. E.S.P	Almacenamiento	Aceites lubricantes usados, baterías Plomo-acido usadas, lodos de agua e hidrocarburos, filtros de aceite, materiales contaminados con solventes y pintura, liquido revelador y fijador, medicamentos vencidos, tubos fluorescentes.
PLANETA VERDE LTDA	Almacenamiento	Residuos líquidos y sólidos con solventes (varsol, thinner, cetonas, kerosenes, gasolina, alcoholes) y lubricantes, residuos de pinturas, resinas y tintas, residuos eléctricos y electrónicos de equipos de comunicación y computadores, lámparas fluorescentes, pilas, baterías plomo acido.
COMPUTADORES PARA EDUCAR - Centro Nacional de Aprovechamiento de Residuos Electrónicos – CENARE	Almacenamiento, aprovechamiento y disposición final	Residuos eléctricos y electrónicos (computadores, impresoras y periféricos).
PROTELMA	Almacenamiento y tratamiento	Aceites lubricantes usados.
ECOLCIN	Almacenamiento y tratamiento	Aceites lubricantes usados, borras hidrocarbурadas, baterías plomo-acido, residuos sólidos impregnados con hidrocarburos, filtros usados.
ESAPETROL S.A.	Almacenamiento y tratamiento	Aceite lubricante usado, residuos líquidos y sólidos impregnados con hidrocarburos, residuos de caucho y hule (llantas y mangueras), eléctricos como baterías y pilas.
RECIPROIL LTDA.	Almacenamiento y tratamiento	Aceites lubricantes usados, residuos sólidos impregnados con hidrocarburos, filtros usados.
BOGOTANA DE MANGUERAS	Aprovechamiento	Aceites usados.
DOMINGUEZ SANCHEZ LTDA	Almacenamiento y tratamiento	Aceites usados, lodos y aguas hidrocarbурadas.

Notas:

Aunque no fue posible comprobar sus capacidades instaladas para atender a la demanda del mercado, es posible decir que, en el área de Bogotá y Cundinamarca, hay empresas licenciadas para recibir casi todo tipo de residuo peligroso.

Sin embargo, cabe resaltar que algunas de las empresas listadas en los directorios no hacen el tratamiento, reciclaje o disposición exactamente, sino solamente la recepción y el almacenamiento de los residuos.

Según informaciones del coordinador de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), no hay todavía en el área de Bogotá y Cundinamarca empresas que hagan

el reciclaje de pilas, bombillas y otros RAEE. El destino de estos residuos sigue siendo el único relleno industrial disponible o, en algunos casos, la exportación para países que poseen de tecnología para tratarlos, reciclarlos o disponerlos.

### **f. Exportación de Residuos**

Debido a falta de instalaciones adecuadas, en Colombia, para tratamiento y disposición de algunos residuos de alta peligrosidad, como los plaguicidas obsoletos, equipos eléctricos, aceites aislantes con PCB y residuos con mercurio, como tubos fluorescentes.

Actualmente, existen en Bogotá 2 empresas que prestan el servicio de movimiento transfronterizo de desechos peligrosos, desde el sitio de generación en Colombia hasta la planta de eliminación en el país de destino (en Europa o Canadá), de acuerdo con los trámites previstos en el Convenio de Basilea.

### **5.6.4.4 Cualificación y Cuantificación de los Residuos Peligrosos**

#### **a. De Fuentes No Industriales**

En febrero de 2012 la UAESP realizó un estudio de caracterización de los residuos sólidos residenciales, institucionales, de establecimientos comerciales y pequeños productores en la ciudad de Bogotá.

Este estudio definió un porcentaje de 12,94% de residuos peligrosos entre los residuos domiciliarios; 6,95% entre los residuos de origen comercial; y 16,51% entre los residuos de establecimientos institucionales.

Sin embargo, este estudio consideró peligrosos aquellos residuos sanitarios, como papeles higiénicos, pañales, etc., para los cuales no hay restricción en cuanto a su disposición en un relleno sanitario, tampoco hay justificación técnica ni factibilidad para su recolección separada.

También se consideran peligrosos aquellos residuos de productos de belleza y aseo personal, los cuales, considerando su uso y finalidad, deben presentar muy baja (si acaso alguna) peligrosidad.

Siendo así y excluyendo los residuos higiénicos y sanitarios, productos de belleza y aseo personal, los porcentajes de residuos peligrosos en los domicilios, comercios e instituciones se reducen a 0,90%, 3,01% y 0,66%, respectivamente.

Por otro lado, este estudio apuntó a una producción diaria de 2350 toneladas/día de residuos domiciliarios, 77,8 toneladas/día de residuos de origen comercial, y apenas 0,6 tonelada/día

en establecimientos instituciones, datos que son inconsistentes cuando se comparan con los datos de las mediciones de la báscula suministrados por el Relleno Sanitario Doña Juana.

Por este motivo, se consideran más fiables los datos resultantes del estudio hecho por el CONSORCIO RESPEL BOGOTA, en marzo de 2009, presentados a continuación.

El objetivo de este estudio fue la identificación de los residuos peligrosos, provenientes de las residencias y de pequeños productores de Bogotá, que llegan al Relleno Sanitario Doña Juana. Para esto, se determinó realizar el muestreo en el sector residencial, recolectando 27 muestras provenientes de seis estratos socioeconómicos distintos, de cada una de las áreas de servicio exclusivo - ASE.

Los resultados cualitativos se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro 5-70: Resultados compilados del sector residencial

RESIDUOS ORDINARIOS	% Total	% Fracción
Materia orgánica total	73,49	73,96
Papel / cartón total	7,41	7,46
Vidrio total	2,95	2,97
Plásticos total	10,08	10,15
Metales total	0,98	0,98
Textiles total	2,03	2,04
Otros total	2,43	2,45
<b>SUBTOTAL</b>	<b>99,36</b>	<b>100,00</b>
RESIDUOS PELIGROSOS	% Total	% Fracción
Medicamentos (recipientes y medicamentos en blíster)	0,11	21,57
Hospitalarios (aplicadores, venoclisis, jeringas)	0,05	5,99
Frascos desinfectantes	0,12	20,92
Residuos de pintura (recipientes y residuos impregnados, correctores, cintas de impresora, tinturas y cabello tinturado, lapiceros y marcadores)	0,06	11,47
Adhesivos y pegantes	0,00	0,92
Residuos de solventes (thinner, varsol, removedores, limpiadores de tubería)	0,02	1,52
Biocidas y fitofarmacéuticos (pesticidas, fungicidas y repelentes)	0,01	1,24
Pólvora (tejo)	0,00	1,40
Recortes de cuero curtido		
Cuero procesado		
Material y película fotográfica	0,02	2,41
Bombillos y lámparas (vidrios activados)	0,08	10,19
Residuos electrónicos	0,10	11,68
Pilas (secas)	0,03	5,27
Encendedores	0,00	0,55
Materiales recipientes con derivados de hidrocarburo	0,02	3,01
Materiales corrosivos	0,00	0,54

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Vidrios impregnados		
Guantes impregnados	0,00	0,68
Lija impregnada		
Cartón impregnado		
Metales impregnados		
Tierra impregnada		
Plástico impregnado		
Textil impregnado	0,00	0,34
Papel impregnado		
Madera impregnada		
Aserrín impregnado		
Otros impregnados		
Materiales no identificados	0,00	0,29
<b>SUBTOTAL</b>	<b>0,64</b>	<b>100,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: Consultoría n. 149/2007, Consorcio Respel Bogotá, Marzo de 2008

Para definir la cantidad total de los residuos sólidos producidos en Bogotá y por consiguiente la cantidad de los residuos peligrosos, se consideraron los siguientes datos estadísticos:

- Proyecciones poblacionales del DANE para el Distrito Capital de acuerdo con los resultados del Censo General del año 2005, específicamente el reporte denominado “Colombia - Proyecciones de Población Departamentales por Área. 2005 – 2009”;
- Índices de producción per cápita de residuos, por estrato socioeconómico, propuestos en el RAS 2000;
- Cantidad de usuarios (unidades residenciales) del servicio de aseo, por estrato y ASE, reportados por la UAESP, con referencia a diciembre de 2008;
- Cantidad de habitantes por unidad de vivienda, con base en datos del Observatorio Social de Bogotá, 2002, con proyección geométrica a 2008.

Cuadro 5-71: Estimaciones Generales de la Producción de Residuos Ordinarios y Peligrosos

ASE y unidades residenciales	Total unidades residenciales (unidades)	Habitantes por unidad residencial	Total habitantes	Producción per cápita (Kg/hab/día)	Total residuos generados (Kg/día)	Promedio de residuos peligrosos (%)	Total residuos peligrosos (Kg/día)
Estrato socio económico residencial	1.427.980						
1	130.081	5	622.200	0,507	315.407	0,49%	1.545,49
2	592.186	4	2.317.524	0,507	1.174.803	0.51%	5.991,50
3	531.957	4	2.284.216	0,507	1.157.919	0.67%	7.758,06
4	123.343	4	449.183	0,597	268.180	0.54%	1.448,17
5	29.717	4	123.728	0,89	110.109	0.70%	770,76
6	20.696	3	71.995	0,89	64.070	0.95%	608,67
Estrato socio económico multi residencial	286.780						
1	13	5	62	0,507	32	0.49%	0,15
2	27.997	4	109.566	0,507	55.542	0.51%	283,26
3	114.206	4	490.399	0,507	248.594	0.67%	1.665,58
4	71.875	4	261.750	0,597	156.275	0,54%	843,89
5	37.877	4	157.702	0,89	140.344	0,70%	982,41
6	34.812	3	121.100	0,89	107.770	0,95%	1.023,82
TOTAL			7.009.425	TOTAL	3.799.044	0,64%	22.921,75

Fuente: Consultoría n. 149/2007, Consorcio Respel Bogotá, Marzo de 2008

Como resultado general y en promedio en el sector residencial se presenta una producción de residuos con características de peligrosidad del 0,64% en peso, para una producción total diaria de 22.921,75 kilogramos (22,92 toneladas).

Se observa que la cantidad total de residuos sólidos en este estudio del año 2009, calculada indirectamente a partir de datos de población y producción per cápita, se encuentra consistente con la cantidad actual de residuos provenientes de la recolección domiciliaria, segundo datos de las mediciones en bascula reportados por el Relleno Sanitario Doña Juana en el año 2011, que fue de 4.433 toneladas/día para una población de 7.467.804 habitantes, resultando en un promedio de 0,59 kg/habitante.día.

Manteniendo el porcentaje promedio de 0,64% de residuos peligrosos, tendríamos hoy una generación diaria de 28,37 toneladas diarias de residuos peligrosos.

En ambos estudios se presentan como los más frecuentes los siguientes tipos de residuos peligrosos:

- Empaques de productos de limpieza y de mantenimiento del hogar
- Medicinas y fármacos
- Baterías, eléctricos y electrónicos
- Lámparas y bombillas

Notas:

El estudio hecho por el Consorcio Respel Bogotá también consideró los residuos peligrosos producidos por las microindustrias instaladas en Bogotá, estimando su generación en aproximadamente 6 toneladas/día. Las industrias de cueros y litografías fueron señaladas como productoras de residuos peligrosos.

Después de este estudio del año 2009, se empezará a ponerse en práctica las acciones previstas en las resoluciones editadas por el MAVDT, que resultarán en diversos programas de recolección post-consumo, los cuales deberán contribuir para la reducción de la cantidad de los residuos peligrosos llevados al Relleno Sanitario D. Juana.

**b. Residuos Hospitalarios y Similares**

Los residuos hospitalarios y similares no fueron incluidos en los dos estudios mencionados anteriormente, pero de acuerdo con las informaciones de ECOCAPITAL, la cantidad mensual recolectada (promedio) es de 829 toneladas, siendo que 83% de los residuos recibidos y tratados que pertenecen al subgrupo biosanitario, y 17% a los otros subgrupos.

**Cuadro 5-72: Cantidad Promedia Mensual de Residuos Hospitalarios y Similares Recolectados y Tratados (Enero - Agosto de 2012)**

Porte	Biosanitario	Usuarios	Anatomopatológico	Usuarios
	Promedio Mensual (Kg)		Promedio Mensual (Kg)	
Grande	406903	51	81019	51
Mediano	122983	93	25246	82
Pequeño	96970	390	32077	5217
Micro A	24033	436		
Micro B	15123	743		
Micro C	25105	10967		
<b>TOTAL</b>	<b>691116</b>		<b>138342</b>	

Fuente: Informe Ecocapital, Agosto de 2012



#### 5.6.4.5 Gestión de Productos Pos consumo que Contienen Sustancias Peligrosas

##### a. Programas

A consecuencia de las normativas actuales, en especial de las Resoluciones del MAVDT 693 de 2007 (plaguicidas), 371 de 2009 (medicamentos vencidos), 372 de 2009 (baterías plomo-acido), 1512 de 2010 (computadores), 1511 de 2010 (bombillas) y 1297 de 2010 (pilas), que han establecido la responsabilidad extendida por parte de los productores e importadores, estos mismos se han organizado para implementar sistemas colectivos de recolección selectiva y gestión ambiental de sus residuos.

El plan colectivo incluye actividades como diseño y fabricación de contenedores, definición de sitios de recolección, acuerdos con dueños de los sitios de ubicación de los mismos, ubicación y seguimiento a los contenedores, recolección de los residuos, acopio de los residuos, estudio y definición de alternativas de aprovechamiento, coprocesamiento, reciclaje de residuos o disposición en rellenos de seguridad.

La evaluación y aprobación de los planes de recolección y gestión es responsabilidad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, pero las autoridades ambientales municipales y distritales deben apoyar el desarrollo de los programas de divulgación y educación dirigidos a la comunidad y campañas de información establecidas por los productores, con el fin de orientar a los consumidores sobre la obligación de separar los residuos peligrosos de los residuos sólidos domésticos, para su entrega en puntos de recolección o mecanismos equivalentes.

Además de los planes resultantes de la aplicación de las resoluciones del MAVDT, la Secretaria Distrital de Ambiente, por fuerza del Acuerdo 322 de 2008, ha criado el programa ECOLECTA, para recibimiento de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), que contó con diez jornadas mensuales, entre los meses de Marzo y Diciembre de 2011.

Las campañas de ECOLECTA se realizaran en el último fin de semana de cada mes, en seis puntos de recolección localizados en parqueaderos de los supermercados Éxito y Carrefour. En estos puntos, Gaia Vitare Ltda. y Lito S.A., dos de las empresas que cuentan con licencia ambiental, se encargaran de su recibimiento, transporte y disposición final.

Sin embargo, el programa ECOLECTA fue descontinuado al final del año 2011 y todavía no se confirmó su reactivación.

A seguir si detallan los programas desarrollados en Bogotá y otras ciudades de Colombia:

### **Plaguicidas de Uso Doméstico**

A través de la Cámara de la Industria Cosmética y de Aseo de la ANDI, se conformó el comité post-consumo del sistema de devolución de plaguicidas de uso doméstico "Cierra el Ciclo" el cual cuenta con recolectores de color amarillo, los cuales se identifican como puntos amarillos, en diferentes ciudades del país. Estos se han ubicado en supermercados, tiendas, empresas, alcaldías, centros comerciales y entidades ambientales, para facilitar a los consumidores la correcta disposición de envases vacíos, envases con producto consumido parcialmente, y envases con producto deteriorado. En Bogotá hay más de 40 puntos de recolección, que están ubicados en supermercados Éxito y Home Center.

“Cierra el Ciclo” es respaldado por las empresas SC Johnson & Son Colombiana S.A., ReckittBenckiser Colombia S.A., Laboratorios Cofarma S.A. y Mundial S.A.S.

Los fabricantes e importadores de plaguicidas a través de operadores logísticos como la Corporación Campo Limpio, la Fundación Bioentorno y Colecta, establecieron sistemas de devolución de productos post-consumo de plaguicidas. Estos operadores han dispuesto centros de acopio en diversas zonas geográficas del país. Sin embargo, este programa es centrado en los agricultores y ganaderos, y no en los usuarios domésticos.

### **Medicamentos Vencidos**

En cumplimiento de la normatividad la Cámara de la Industria Farmacéutica de la ANDI propició y lideró la conformación de un Comité Post-consumo conformado por personal del área técnica, ambiental, regulatoria, seguridad física, calidad y comercial de los diferentes laboratorios farmacéuticos afiliados a la Cámara, que estableció el programa “Punto Azul”, el cual cuenta con más de 200 puntos azules de recolección en la ciudad de Bogotá.

Asimismo, mediante la Fundación Alianza Colombia Florida, se desarrolló el programa “Remediar”, mediante el cual se agremia otra serie de fabricantes e importadores de fármacos o medicamentos, pero hasta la fecha este mecanismo cuenta con apenas un punto de recolección en Bogotá, estando más concentrado en el Valle del Cauca y otras áreas del país.

A través de la Fundación Bioentorno, los fabricantes e importadores de fármacos o medicamentos veterinarios vencidos diseñaron un mecanismo de devolución posconsumo de sus productos, ubicando puntos naranjas en diferentes ciudades del país. Bogotá cuenta con 17 puntos de recolección.

## **Computadores**

Presentemente el programa “Computadores para Educar” recibe computadores en desuso para su reacondicionamiento. En Bogotá hay un centro de reacondicionamiento ubicado en la Zona Franca.

“Computadores para Educar” es un programa social conjunto del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, del Ministerio de Educación Nacional y del Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA, que cuenta con empresas privadas asociadas, entre las que se encuentran productoras de equipos de TIC, que tiene el objetivo de ampliar el acceso, uso y aprovechamiento de las tecnologías de la información y comunicación en las sedes educativas públicas del país.

El pasado 14 de junio de 2012 se realizó en Bogotá el lanzamiento oficial del Programa “EcoCómputo”, que representa el esfuerzo colectivo de las principales empresas, productores, importadores y comercializadores de computadores para realizar una gestión ambientalmente adecuada en las operaciones de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o aprovechamiento de residuos de computadores y periféricos. Este programa ha contado con el apoyo y soporte técnico del Instituto Federal Suizo de Ciencias de Materiales y Tecnologías, EMPA, y el Centro Nacional de Producción Más limpia y Tecnologías Ambientales, CNPMLTA. Actualmente está conformado por un grupo de 41 empresas líderes del sector, que representan más del 45% del mercado nacional, bajo el liderazgo de la ANDI.

Inicialmente se pondrá a disposición del usuario final 34 puntos de recolección, ubicados en almacenes de grandes superficies como Éxito, Carrefour, Falabella y Panamericana, en las ciudades de Bogotá, Cali, Medellín y Barraquilla.

## **Bombillas**

El 22 de mayo fue el lanzamiento oficial de Lúmina, programa que representa el esfuerzo colectivo de varias empresas del sector de iluminación (85% del mercado nacional) cuyo objeto es dar cumplimiento a la Resolución 1511 de 2012. El programa dispone de canales de recolección diferenciados, dirigidos al consumidor final y al sector industrial según procedimientos ajustados para cada tipo de usuario. Se tienen proyectados más de 70 puntos de recolección en varias ciudades.

## **Pilas**

A través de la Cámara de Electrodomésticos de la ANDI, se conformó el comité pos consumo del sistema de devolución pilas y/o acumuladores “Pilas con el Ambiente” el cual cuenta con

puntos de recolección en diferentes ciudades del país, siendo aproximadamente 70 puntos en Bogotá, para la recolección de pilas de los tipos AA, AAA, C, D y de 6 voltios.

### **Cartuchos de Tóner**

Aunque no exista todavía una resolución específica que obligue la recolección de cartuchos de tóner usados, las empresas Hewlett-Packard y Lexmark han ofrecido un servicio de recolección mediante solicitud telefónica. Epson también recibe los cartuchos de tóner usados en 9 puntos de recolección localizados en centros de servicio autorizado.

### **Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos – RAEE**

En cumplimiento al Acuerdo 322 de 2008, la Secretaria Distrital de Ambiente ha creado el programa ECOLECTA, que contó con diez jornadas realizadas entre los meses de Marzo y Diciembre de 2011, pero en seguida fue discontinuado.

A través de este programa, los RAEE eran recibidos en seis puntos de recolección localizados en parqueaderos de los supermercados Éxito y Carrefour, en Bogotá, y en seguida transportados y destinados por las empresas Gaia Vitare Ltda. y Lito S.A., que cuentan con licencia ambiental.

#### **b. Evaluación de los Programas de Gestión de Residuos Pos Consumo**

Como se estipula en las resoluciones pertinentes, es el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, el responsable por la aprobación y evaluación de los programas de gestión de residuos pos consumo en Colombia, que incluyen medicamentos vencidos, envases de plaguicidas, pilas, bombillas, computadores, además de llantas y aceites lubricantes.

Sin embargo, según el Ministerio, como estos programas fueron implementados recientemente, hasta la fecha no hay información que permita su evaluación.

Se solicitó a la ANDI datos cuantitativos acerca de los programas que la entidad conduce, pero todavía no ha habido respuesta.

Algunas de las dificultades reportadas por la ANDI para el éxito de los programas son la falta de soporte o amparo de las autoridades; la falta de cooperación de algunos comerciantes que no quieren ceder gratuitamente el espacio para los colectores; la escasez de soluciones tecnológicas para tratamiento de los residuos en Colombia.

En cuanto al tratamiento dado a los residuos recolectados por los programas conducidos por la ANDI, se percibe que no hay un compromiso con la mejor técnica disponible, pero sí con el costo más bajo. A excepción de los computadores, todos los otros residuos, incluso las

pilas y bombillas, se llevan para disposición a un relleno industrial, que es la alternativa menos costosa pero también menos sostenible.

El programa ECOLECTA, desarrollado por la Secretaria Distrital de Ambiente, logró recolectar 43.521 Kg de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos entre los meses de Marzo y Diciembre de 2011, que contó con la participación de 1.664 personas en este periodo. Este programa sigue discontinuado y hasta el momento sin predicción de retorno.

#### **5.6.5 Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C., 2012-2016**

El Artículo 46 del Acuerdo 489 de 2012 establece las metas de Programas y Proyectos del Plan Bogotá Humana (Tabla No. 2 - Metas Eje 2).

Con respecto al Proyecto “Gestión Integral de Residuos Especiales y Peligrosos” del Programa “Basura Cero”, se plantea como metas, en el plazo 2012 hasta 2016:

- Desarrollar una estrategia de gestión, recuperación, aprovechamiento de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos fundamentada en la responsabilidad de los diferentes actores de la cadena del ciclo de vida del producto
- Realizar el control, aprovechamiento y tratamiento al 100% de las toneladas de residuos peligrosos generados en el Distrito Capital

Aunque el Plan es aún reciente, no se han realizado acciones suficientes para garantizar el cumplimiento de sus metas, que indudablemente son muy ambiciosas.

La gestión de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) se ha promovido hasta Diciembre del 2011, a través del programa ECOLECTA, que sigue interrumpido desde entonces.

El control, aprovechamiento y tratamiento de los residuos peligrosos que presentemente llegan al Relleno Sanitario dependen únicamente de los programas gestionados por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, que a pesar de la falta de datos publicados, obviamente no alcanzan los 100% de eficiencia.

#### **5.6.6 Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) para Bogotá Distrito Capital, 2006**

El Artículo 120 del Decreto 312 de 2006 ha establecido metas de la cobertura y calidad del servicio público de aseo en la zona urbana del Distrito Capital.

Las siguientes metas se refieren específicamente al tema de manejo de residuos peligrosos:

- De Corto Plazo:

1.4 Recolección de residuos peligrosos: Prestación del servicio de aseo de residuos peligrosos a partir del 2007.

- De Mediano Plazo:

1.11 Recolección y tratamiento de residuos hospitalarios: La UESP garantizará una cobertura del 100% de recolección de residuos hospitalarios, anatomopatológicos y similares generados por hospitales, clínicas, laboratorios y en general todo establecimiento de la zona urbana Distrito Capital que genere este tipo de residuos entre el 2006 y el 2010.

1.12 Recolección de residuos peligrosos: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.

Si tenemos en cuenta los residuos hospitalarios, aisladamente, los resultados obtenidos hasta la fecha son muy satisfactorios, ya que hay un servicio específico y bien manejado para la recolección diferenciada y el tratamiento de los residuos infecciosos, anatomopatológicos y cortopunzantes, pertenecientes al subgrupo de los biosanitarios. Sin embargo, este servicio no cubre la recolección de otros subgrupos, como de los residuos químicos que también son generados por hospitales, clínicas y laboratorios.

Por otro lado, si consideramos los productos de consumo masivo que contienen sustancias peligrosas y envases contaminados, aún no se ha establecido un servicio de recolección selectiva. Con la interrupción del programa ECOLECTA, la población cuenta hoy con los puntos de recibimiento de aquellos residuos que se incluyen en los programas instituidos por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Sin embargo, la falta de divulgación de estos programas y la baja sensibilización de la población hace que gran parte de estos residuos se destinen al relleno sanitario Doña Juana.

### **5.6.7 Análisis del Plan para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos para el Distrito Capital, 2011**

El Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos se basó en el Diagnostico de la Situación de los RESPEL Generados en el Distrito Capital, de Octubre 2010, que muestra la cantidad de RESPEL generados por los sectores industrial, comercial, servicios y consumo masivo en el Distrito, las corrientes y las actividades productivas prioritarias, el desarrollo de la cadena de gestión y las competencias de orden distrital en la misma.

Esto diagnóstico estima que la cantidad total de RESPEL generados en el Distrito, en el año 2008, estuvo entre los valores 115.687 t y 149.570 t, derivados de los siguientes sectores:

- Industrial: 59.091 t hasta 87.246 t;

- Comercial: 2.492 t hasta 8.219 t;
- Servicios - 45.739 t;
- Consumo Masivo - 8.366 t

En acuerdo con el diagnóstico, las diez corrientes de mayor generación, según el Registro de Generadores (2008), son las siguientes:

Orden	Residuo	t/año	%
1	Desechos clínicos y afines	4.126	26,25
2	Aceites minerales de desecho no aptos para el uso al que estaban destinados	1.689	10,75
3	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices	1.566	9,96
4	Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos. Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos	1.334	8,49
5	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos	1.253	7,97
6	Desechos que tengan como constituyente Asbesto (polvo y fibras)	1.221	7,77
7	Desechos resultantes del tratamiento de superficie de metales y plásticos	819	5,21
8	Mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua	809	5,15
9	Envases y contenedores de desechos que contienen sustancias peligrosas	525	3,34
10	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales	421	2,68

Entre las actividades empresariales con mayor generación de RESPEL, de acuerdo con el Registro de Generadores (2008), si encuentran las siguientes:

Orden	Actividad	t/año	%
1	Actividades de las instituciones prestadoras de servicios de salud, con internación	3.244	20,64
2	Fabricación de partes, piezas y accesorios (autopartes) para vehículos automotores y para sus motores	1.629	10,36
3	Fabricación de artículos de plástico ncp	1.064	6,77
4	Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y productos botánicos	1.054	6,70
5	Fabricación de vehículos automotores y sus motores	918	5,84
6	Actividades de impresión	815	5,18
7	Actividades de la práctica médica	509	3,24
8	Transporte urbano colectivo regular de pasajeros	489	3,11
9	Fabricación de otros productos químicos ncp	436	2,77
10	Elaboración de productos derivados del petróleo fuera de refinería	358	2,28

A través del diagnóstico se puede concluir que las actividades prioritarias en generación de RESPEL pertenecen al sector salud, al sector químico, a la fabricación de automotores y piezas, al transporte urbano y a las actividades de impresión.

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

El Plan de Gestión de RESPEL utilizó una Análisis Brecha como herramienta para identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y las amenazas, relacionarlos con sus respectivas causas y efectos, y de esta manera estableció los siguientes objetivos específicos y metas:

Objetivos Específicos	Metas
1. Prevenir y minimizar la generación de RESPEL	Reducir el 40% de la intensidad de generación
2. Promover la gestión y manejo de los RESPEL generados	Aumentar la cantidad de RESPEL gestionados con empresas autorizadas en un 40% y promover la gestión adecuada de diez (10) corrientes de residuos prioritarias para el distrito
3. Promover el cumplimiento de los compromisos internacionales relacionados con sustancias y residuos peligrosos	Identificar el 100% de los RESPEL prioritarios objeto de compromisos internacionales (COP's – SAO's)
4. Fortalecer instrumentos de gestión	Garantizar la cobertura del 100% de los generadores de RESPEL prioritarios a través de los instrumentos de control ambiental

En cuanto al primer objetivo específico, SDA ha producido 11 guías para la gestión y el manejo integral de los residuos, incluyendo: Cosméticos y aseo; Curtiembres y tenerías; Farmacéutica; Impresión y litografía; Lavanderías; Maderables; Metalmecánica; Pinturas; Sustancias y compuestos químicos; Textil y tintorería; Lavado de vehículos, cuáles son algunas de las principales fuentes de generación de RESPEL pertenecientes a los sectores de industria y servicios.

Para orientar la gestión de los residuos peligrosos generados en las viviendas, en Agosto de 2011 se creó una guía de lenguaje sencilla y informal, con el objetivo de aclarar a la población general que son residuos peligrosos, que problemática estos causan, dónde se encuentran estos residuos en nuestros hogares, y que hacer para gestionarlos adecuadamente.

En esta guía, que se encuentra publicada en la página web de la SDA, se enfatiza la necesidad de separar los desechos peligrosos de los ordinarios, y de entregarlos a gestores autorizados mediante los programas existentes de retorno pos consumo.

Cuanto al segundo objetivo específico, el Plan propone varias actividades para fortalecimiento de los gestores de RESPEL existentes, creación de nuevas instalaciones para la gestión y manejo de RESPEL, identificación de los actores ilegales en la cadena de gestión, entre otras.

Entre las actividades relacionadas con los residuos de consumo masivo, se proponen estudios para incentivar la gestión de corrientes de bajo volumen, y estudios que orienten la implementación y/o el fortalecimiento de planes de gestión, devolución o logística inversa en corrientes prioritarias.



Los objetivos generales establecidos en el Plan se refieren a los residuos peligrosos procedentes de diversas fuentes, es decir, incluyendo los sectores industriales y de servicios, que representan la gran mayoría de la cantidad y diversidad generada.

Sin embargo, una reducción global del 40% en la generación de residuos peligrosos dentro de 15 años es todo un objetivo ambicioso, si a ello se suma el probable crecimiento de la economía y la consiguiente expansión de las actividades industriales, servicios y comercio, lo que tiende a provocar aumento de la generación de residuos.

También se debe considerar que el 26% de todos los residuos peligrosos generados proviene de los servicios de salud, donde el potencial de minimización es bastante restringido.

En cuanto a los productos de consumo masivo que contienen componentes peligrosos, en especial los RAEE, la previsión es que el desarrollo económico, el aumento de los ingresos de la población y la rápida obsolescencia de estos productos manufacturados conduzcan a una mayor generación de residuos peligrosos. También se debe considerar que la sustitución o la reducción de la cantidad de sustancias peligrosas contenidas en estos productos depende del avance tecnológico de la industria al nivel mundial, difícil de controlar con un Plan de alcance municipal.

Por otro lado, un aumento del 40% en la gestión de los residuos peligrosos producidos, a través de empresas autorizadas, es totalmente viable con la aplicación de mecanismos de control y seguimiento de los generadores, transportadores y gestores, el fomento de nuevos negocios y instalaciones para reciclaje, tratamiento y disposición de residuos, y la inhibición de la acción de empresas irregulares, según lo previsto en el Plan.

Aunque el Plan prevé el desarrollo de estudios que orienten la implementación y/o el fortalecimiento de planes de gestión, devolución o logística inversa, ningún estudio se está realizando en este momento.

Cuanto a las actividades relacionadas con el proyecto "aquí disminuimos RESPEL", el único resultado fue la creación de la Guía de Manejo de los RESPEL Generados en las Viviendas. Presentemente no hay otra actividad relacionada a esto proyecto siendo desarrollada.

#### **5.6.8 Observaciones Acerca del Diagnóstico**

Colombia cuenta con normativas relativamente avanzadas y alineadas con las tendencias mundiales, principalmente en lo que respecta a la responsabilidad del generador por el tratamiento o disposición de sus residuos peligrosos (Ley 430 de 1998) y a la responsabilidad extendida de los productores e importadores de artículos que contienen sustancias peligrosas

(Resoluciones MAVDT 693 de 2007, 371 de 2009, 372 de 2009, 1512 de 2010, 1511 de 2010 y 1297 de 2010).

Aunque estas resoluciones prevén metas ambiciosas para la recolección de productos pos consumo, hasta la fecha las iniciativas de los productores e importadores se encuentran en las primeras etapas de implementación, con resultados desconocidos o todavía no divulgados.

El éxito de estos programas exige a los consumidores la atención necesaria para entregar los residuos a través de los puntos o mecanismos de recolección establecidos por los productores. Sin embargo, aparentemente hay una falta de conocimiento por parte de la población acerca de los programas existentes, que son todavía poco divulgados.

De acuerdo con la encuesta a la comunidad hecha por la UAESP en el estudio de Caracterización de los Residuos Sólidos Residenciales Generados en la Ciudad de Bogotá, el 43% de la población no sabe distinguir un residuo peligroso, y el 68% desecha los residuos peligrosos en la basura de ordinarios, lo que indica la necesidad de inversiones para la educación ambiental de los ciudadanos.

Según las resoluciones vigentes, los programas planeados por los productores e importadores y aprobados por el Ministerio deben contar con el apoyo de las autoridades ambientales municipales y distritales, que tienen la responsabilidad de informar a los consumidores sobre la obligación de separar los residuos peligrosos de los sólidos domésticos, y de entregarlos en puntos de recolección o mecanismos equivalentes.

La Secretaria Distrital de Ambiente, por fuerza del Acuerdo 322 de 2008, asumió la responsabilidad por la recolección de los RAEE, a través del programa ECOLECTA. A pesar del éxito inicial, este programa fue interrumpido en Diciembre del 2011.

Bogotá cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Peligrosos, en marcha desde 2011, que presenta metas ambiciosas pero todavía no ha alcanzado resultados relevantes.

En Bogotá, D.C. y en las ciudades vecinas del departamento de Cundinamarca hay diversas empresas prestadoras de servicios, debidamente licenciadas por la CAR o por la SDA, para almacenamiento, tratamiento y disposición o exportación de una amplia gama de residuos peligrosos, incluyendo aquellos generados en fuentes dispersas y no-industriales – objeto de este diagnóstico. Por restricciones de tiempo y recursos no fue posible comprobar sus capacidades instaladas para atender a la demanda del mercado ni tampoco la calidad de los servicios prestados.

Con respecto a los residuos hospitalarios y similares, hasta donde se ha podido comprobar, los servicios de recolección, transporte y tratamiento se ejecutan con buen alcance y control.

## 5.7 Gestión de Escombros

### 5.7.1 Introducción

En un lenguaje técnico, Residuo de la Construcción y Demolición (RCD) o Residuo de la Construcción Civil (RCC), también denominado Escombro, es todo residuo generado en el proceso constructivo, remodelación, excavación o demolición.

Escombro, por lo tanto, es el conjunto de fragmentos o restos de ladrillos, concreto, argamasa, acero y otros metales, madera, materiales cerámicos, azulejos, tejas, etc., provenientes de desperdicios en la construcción, o de la demolición de estructuras tales como edificios, residencias y puentes. En este contexto, también se incluyen suelos y lodos procedentes de la excavación y regularización de terrenos.

Los escombros pueden ser uno de los grandes villanos del ambiente urbano, ya que su acumulación en locales inadecuados es vector de enfermedades como el dengue, la fiebre amarilla, y es señuelo de insectos y roedores. Cuando indiscriminadamente descartados en los ríos, arroyos y presas, provocan la sedimentación y consecuentes riesgos de inundaciones.

Al mismo tiempo, la gestión y utilización adecuada de estos residuos, cuando se convierten en prácticas comunes en la industria de la construcción, resultan en economía de los recursos naturales, de materias primas y de energía; minimizan el impacto sobre el medio ambiente, ofrecen nuevas oportunidades de negocio y colaboran para el desarrollo sostenible.

El potencial de reutilización y reciclaje de residuos de la construcción es enorme, y la necesidad de la incorporación de estos residuos en determinados productos puede llegar a ser muy beneficioso para la economía y el medio ambiente.

### 5.7.2 Diagnóstico

#### 5.7.2.1 Fuentes de Información

El diagnóstico a seguir se elaboró con base en informaciones suministradas por la UAESP; por la SDA; en datos y informes disponibles en los sitios web de UAESP, SDA, Alcaldía de Bogotá y “Bogotá Basura Cero”; en observaciones y datos recolectados en visita técnica a la planta de CEMEX.

#### 5.7.2.2 Normativa

**Resolución 541 de 1994:** Regula el tema de cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

En materia de disposición final, esta resolución prohíbe la disposición final de escombros en áreas de espacio público; prohíbe la mezcla de los escombros con otros tipos de residuos o basuras; imputa al generador la responsabilidad de asegurar la disposición final de los escombros de acuerdo a la legislación; responsabiliza a los municipios por la selección de los sitios para la disposición final de escombros (escombreras municipales) y establece criterios para la ubicación y el manejo de las escombreras.

**Decreto Distrital 357 de 1997**, de la Secretaría Distrital de Ambiente: Regula el manejo, transporte, y disposición final de escombros y materiales de construcción en el Distrito Capital.

Artículo 5: La disposición final de los materiales a los que se refiere el presente decreto deberá realizarse en las escombreras distritales, en las estaciones de transferencia debidamente autorizadas por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente, DAMA, o en los rellenos de obra autorizados por las autoridades de planeación distrital.

Artículo 6. Prohíbe arrojar escombros en rellenos sanitarios.

**Resolución 991 de 2001**, del DAMA, adopta para el Distrito Capital de Bogotá la “Guía de Manejo Ambiental” para el desarrollo de proyectos de infraestructura urbana, cuyo objetivo es proporcionar a los contratistas del Instituto de Desarrollo Urbano, IDU una orientación práctica para la aplicación de medidas de manejo ambiental en la ejecución de proyectos que no generan impactos significativos al medio ambiente ni a los recursos naturales renovables.

**Decreto Nacional 1713 de 2002**, artículo 44: Es responsabilidad de los productores de escombros su recolección, transporte y disposición en las escombreras autorizadas. El municipio o distrito y las personas prestadoras del servicio de aseo son responsables de coordinar estas actividades en el marco de los programas establecidos para el desarrollo del respectivo Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS

**Acuerdo 79 de 2003** – “Código de Policía de Bogotá, D.C.”: Establece lineamientos y normas de comportamiento con relación al manejo, transporte y disposición de escombros.

**Decreto 190 de 2004**, del Alcalde Mayor - “Plan de Ordenamiento Territorial - POT”, artículo 216: Prescriben sitios prioritarios para la localización de escombreras y establece criterios para utilización de áreas degradadas como escombreras.

Parágrafo 1. Podrán localizarse escombreras en áreas cuyo paisaje se encuentre degradado, tales como minas y canteras abandonadas y que no presenten riesgos geotécnicos potenciales y/o asociados para la población y la infraestructura existente o prevista. La utilización de dichas áreas debe contribuir a su restauración morfológica y paisajística.

Parágrafo 2. La conformación de escombreras deberá contar con el concepto previo de la autoridad ambiental, quien definirá los parámetros técnicos y ambientales a seguir por parte de los operadores de las mismas.

Parágrafo 3. Las áreas deterioradas que hagan parte de la Estructura Ecológica Principal, podrán constituirse como escombreras si la recepción de escombros se constituye en un medio adecuado para su recuperación ecológica. Lo anterior sin perjuicio del cumplimiento de las normas ambientales.

**Decreto 838 de 2005**, artículo 23: Los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deberán ser dispuestos adecuadamente en escombreras cuya ubicación haya sido previamente definida por el municipio o distrito, teniendo en cuenta lo dispuesto en la Resolución 541 de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente o la que la sustituya, modifique o adicione y demás disposiciones ambientales vigentes.

**Decreto Nacional 564 de 2006**, artículo 45: La disposición de escombros, con el propósito de explanar un terreno, requiere autorización para el movimiento de tierras, otorgada por el curador urbano o la autoridad municipal o distrital competente para expedir licencias al estudio geotécnico que sustenta la adecuación de un terreno para realizar obras, de conformidad con el Plan de Ordenamiento Territorial de cada municipio o distrito.

**Decreto Distrital 312 de 2006**: Adopta el “Plan Maestro Integral de Residuos Sólidos”.

Artículo 69 – Programa Distrital de Reciclaje y Aprovechamiento de Residuos: Establece como responsabilidades de la UESP, el IDU y la EAAB: (7) Evaluar permanente de la generación de escombros por obras públicas y construcciones privadas para proyectar la oferta y dar señales claras a la demanda; (16) Informar a la UESP, en un plazo máximo de dos meses, contado a partir de la vigencia del Decreto acerca de los planes de aprovechamiento previstos, los agentes que en el proceso participan, los convenios y contratos vigentes y los volúmenes estimados de producción durante la vigencia del presente plan.

Artículo 107 – Programa de Coordinación Interinstitucional de las Entidades Públicas. Establece como responsabilidades de la UESP, el IDU y la EAAB: (2) Organización permanente, unificada y actualizada de la información sobre producción, recolección, tratamiento y aprovechamiento de escombros agregada y por localidades. El IDU y la EAAB entregarán proyecciones y generación efectiva anual de escombros. La UESP procesará la información por localidad para conocimiento de las Alcaldías Locales y las asistirá en su manejo y difusión.

Artículo 120 – Metas, Indicadores de Seguimiento y Evaluación de la Cobertura y Calidad del Servicio Público de Aseo en la Zona Urbana del Distrito Capital. Establece como metas: (1.7) Aprovechamiento en 2 instalaciones de escombros, funcionando a partir de 2007; (1.13) Recolección de escombros: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.

**Decreto Distrital 620 de 2007:** Complementa el Plan Maestro de Residuos Sólidos. Su artículo 19 define criterios para la ubicación de escombreras, y que su concepto debe ser aprobado por la autoridad ambiental competente, según la jurisdicción correspondiente.

**Resolución 2397 de 2011:** Regula técnicamente el tratamiento y/o aprovechamiento de escombros en el Distrito Capital – Esta Resolución fue sustituida por la nueva Resolución 1115 de 2012.

**Resolución 1115 de 2012:** Adopta los lineamientos técnico- ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital

En su artículo 4° establece que a partir de agosto del año 2013, las Entidades Públicas y Constructoras que desarrollen obras de infraestructura y construcción al interior del perímetro urbano del Distrito Capital deberán lograr la utilización de elementos reciclados provenientes de los Centros de Tratamiento y/o Aprovechamiento de RCD legalmente constituidos y/o la reutilización de los generados por las etapas constructivas y de desmantelamiento, en un porcentaje no inferior al 5% del total de volumen o peso de material usado en la obra a construir por la entidad anualmente. A cada año dicho porcentaje aumentará en cinco (5) unidades porcentuales hasta alcanzar mínimo un 25%. Las cantidades, tipos y procedencia de materiales reciclados se deberán reportar mensualmente a la Secretaría Distrital de Ambiente, a través de su portal web.

Los artículos 5°, 6°, 8° y 9° determinan el registro de los grandes generadores, transportadores y sitios de tratamiento, aprovechamiento o disposición final de escombros, a través de aplicativo web de la Secretaria Distrital de Ambiente. También obligan a los generadores y sitios de tratamiento y/o aprovechamiento a tener un inventario detallado de los RCD generados y recibidos, con informaciones sobre los tipos, cantidades, fechas y identificación del transportador, bien como su reporte mensual en el aplicativo web.

**Resolución 151 de 2012,** por lo cual se adopta el Reglamento Técnico y Operativo para la concesión del servicio público de aseo en la ciudad de Bogotá D.C., en sus componentes de recolección, transporte, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped, poda de árboles en espacios públicos y transporte de los residuos al sitio de disposición final.

El Artículo 2.3.3 regula la ejecución de las tareas excepcionales de limpieza.

Establece que los escombros generados por remodelaciones de vivienda que no requieren licencia de construcción y cuya recolección sea solicitada por el usuario, siempre y cuando su volumen sea menor o igual a 1m<sup>3</sup> serán atendidos por los concesionarios de aseo del distrito. El usuario será el responsable de pagar los costos exclusivamente de disposición de acuerdo a la tarifa que se determine por las escombreras autorizadas por el Distrito. El pago de la misma se podrá realizar directamente al concesionario. Sin embargo, será responsabilidad del concesionario, presentar ante la UESP o a quien ésta designe, los recibos de pago por concepto de disposición en las escombreras debidamente autorizadas.

La recolección de escombros de remodelaciones de viviendas se programará dentro de los dos (2) días siguientes a la solicitud del usuario, para lo cual el concesionario le deberá indicar el día y hora de recolección de esta clase de residuos.

Igualmente serán atendidas por los concesionarios de aseo del distrito las solicitudes de limpieza, que se refieren a la recolección de escombros y desechos en las áreas o vías públicas, andenes y separadores de vías, detectados por el concesionario o reportados por la comunidad, la UAESP o la interventoría.

**Acuerdo 489 de 2012:** Plan de Desarrollo Bogotá Humana 2012 2016 – el cual incluyó como proyecto prioritario lo siguiente:

Artículo 30: Programa Basura Cero; Numeral 5:Escombros Cero

Diseñar e implementar un modelo eficiente y sostenible de gestión de los escombros en la ciudad, propendiendo por la mayor recuperación y reincorporación al proceso constructivo de la ciudad y por la utilización de plantas de reciclaje.

La administración distrital adoptará mecanismos de seguimiento, control y vigilancia para garantizar que todos los generadores de escombros, públicos y privados, adopten medidas para dar un adecuado manejo a los escombros generados, incluida la separación en la fuente. Entre las medidas, se podrá solicitar un Plan de Manejo de Escombros generados como requisito para la expedición de la respectiva licencia de construcción o remodelación, y las demás medidas que se consideren pertinentes. También se establecerá en los contratos de obra pública, que una inadecuada disposición de los escombros será causal de la terminación del contrato, sin detrimento de las demás acciones legales.

### **5.7.2.3 Las Responsabilidades de la UAESP y el Alcance de este Diagnóstico**

A pesar que la responsabilidad de la UAESP en este tema está limitada a la recolección y disposición de residuos de pequeños generadores domiciliarios y comerciales, así como aquellos que están ilegalmente depositados en terrenos baldíos, en la revisión del PMIRS se

prevé el estudio de alternativas para la reducción y la reutilización de los escombros en general, que también representa una reducción de las cantidades enviadas al Relleno Sanitario.

En este sentido, es importante abordar el tema de manera más amplia, entendiendo el papel de los grandes generadores, transportadores y receptores de escombros.

### 5.7.2.4 Datos Cuantitativos de la Generación de Escombros en Bogotá

En febrero de 2009, la UAESP elaboró el Diagnóstico del Manejo Integral de Escombros en Bogotá, incluyendo la identificación de los principales generadores y cuantificación de los escombros generados en cada sector, público y privado.

Recientemente, en el año 2012, este diagnóstico se ha actualizado con base en nuevos datos reportados por los generadores, resultando en las proyecciones que se presentan a continuación.

#### a. Generación de Escombros por el Sector Público

En el sector público las siguientes empresas se identifican como grandes generadoras de residuos:

##### Instituto de Desarrollo Urbano (IDU)

El IDU es el responsable por la gestión y contratación de obras de infraestructura vial y del espacio público construido, en los niveles de implementación y mantenimiento.

Estas obras se contratan con las empresas de construcción privadas, dejándolas a cargo del manejo de los residuos y escombros generados, bajo la supervisión y el control de la Oficina de Gestión Ambiental del IDU.

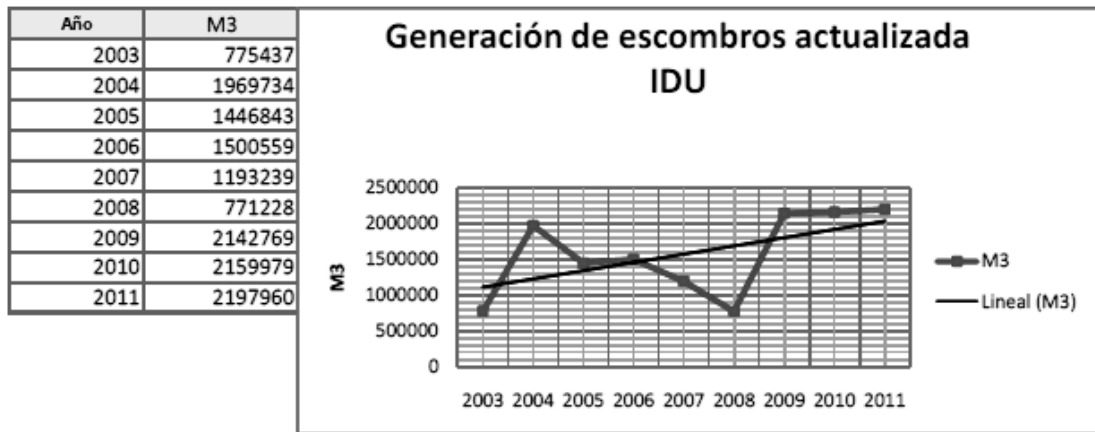
La cantidad de residuos generados varían a lo largo de los años, dependiendo de la implementación de proyectos de infraestructura urbana, especialmente en el ámbito del transporte. Los picos de generación de escombros coinciden con las obras de desarrollo vial de troncales para TransMilenio.

Entre 2003 y 2011 se estima que se han generado 14,2 millones de metros cúbicos de escombros en las obras públicas bajo la responsabilidad del IDU.

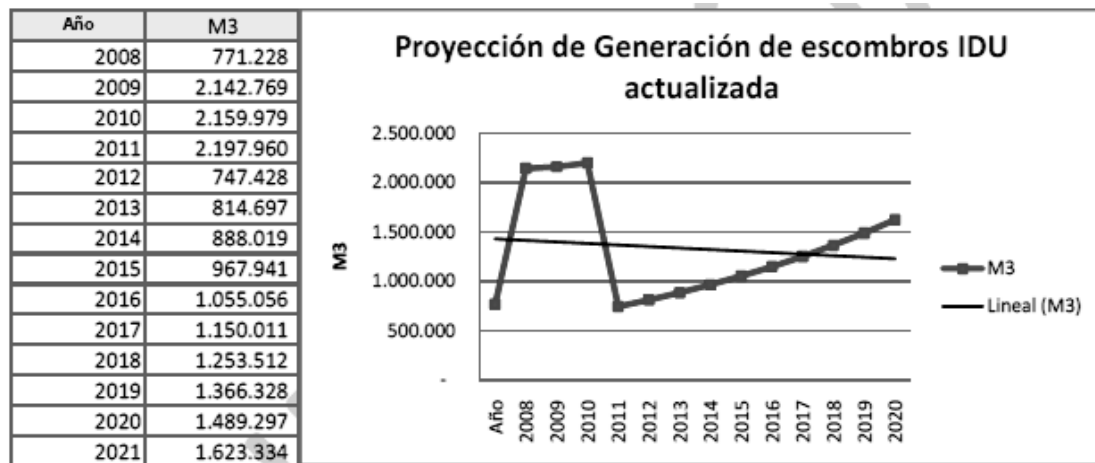
En el 2012 se verifica una reducción notable de la generación, debido a una reducción en el ritmo de las obras públicas; sin embargo, se anticipa una recuperación a partir del año 2013, con una tasa de crecimiento bastante moderada.



Cuadro 5-73: Volumen de escombros generados por el IDU



Cuadro 5-74: Proyección de volumen de escombros por el IDU, 2008-2021



#### Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB)

La EAAB es la empresa pública responsable de la gestión integral del agua, e identificada como la segunda entidad generadora de escombros a nivel distrital.

Los escombros generados por la EAAB son, en su mayoría, materiales de excavación provenientes de las obras de instalación y mantenimiento de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial, y también del dragado y limpieza de los bordes de ríos y canales.

Entre 1999 y 2008, estima que han generado 7,2 millones de metros cúbicos de escombros por las diferentes actividades que desarrolla la empresa. A partir del 2009 la producción ha disminuido, con una reducción notable en el 2011 y una rápida recuperación para el 2012. Se proyecta un incremento de 100 mil metros cúbicos por año a partir del 2014.

Cuadro 5-75: Proyección de volumen de escombros por la EAAB, 2008-2021



Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP)

La responsabilidad de la UAESP se limita a garantizar la recolección, transporte y disposición de escombros domiciliarios, originados por la ejecución de pequeñas obras de construcción, demolición y remodelación que no requieren licencia de construcción, así como de los escombros clandestinos arrojados en espacio público.

El servicio de recolección se proporciona a través de los Concesionarios del Servicio de Aseo, en sus respectivos ámbitos.

Según los registros históricos, se recogieron alrededor de 1,2 millones de metros cúbicos de escombros entre los años 2003 a 2008, con un volumen creciente al largo de los años.

Cuadro 5-76: Proyección de volumen de escombros por la UAESP, 2008-2021

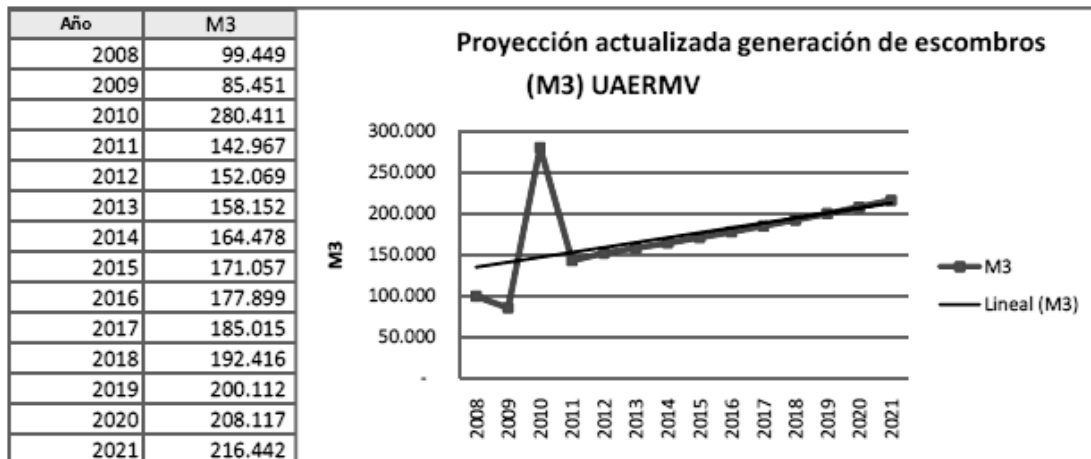


Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial (UAERMV)

La UAERMV tiene como objetivo ejecutar las obras de mantenimiento periódico de la malla vial.

Entre 1998 y 2008 se generaron aproximadamente 0,5 millones de metros cúbicos de escombros. Los picos de generación se observaron en los años de construcción del TransMilenio.

Cuadro 5-77: Proyección de volumen de escombros por la UAERMV, 2008-2021



## METROVIVIENDA

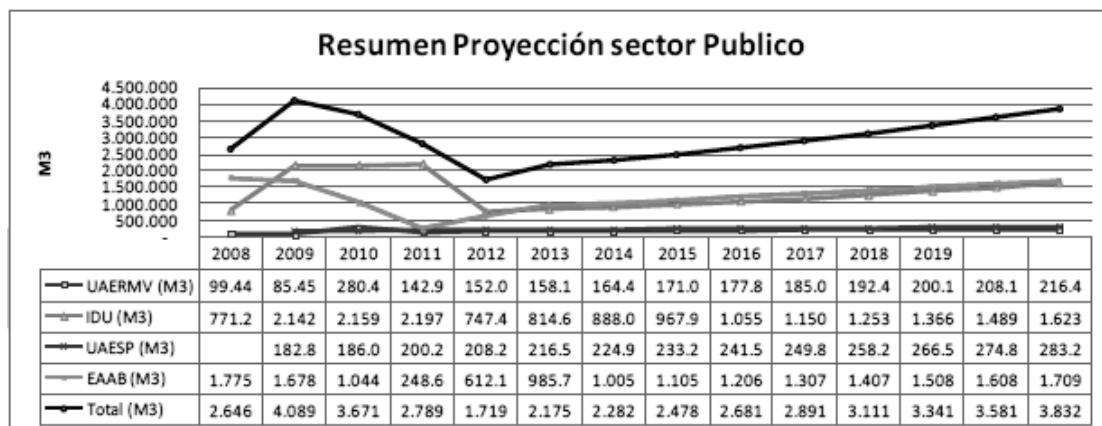
Esta entidad tiene como objetivo la promoción de proyectos de vivienda de interés social.

La generación de residuos en los últimos años se mostró muy variable, dependiendo de la implementación de proyectos sociales, y se registró un total de 0,7 millones de metros cúbicos entre 1999 y 2006.

Los escombros generados por esta entidad deben asignarse al sector privado ya que esta entidad contrata entidades privadas para el desarrollo de los proyectos, las cuales deben reportar a la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) sobre la generación de escombros, razón por la cual aquí se reporta por separado.

Sobre la base de datos históricos, y teniendo en cuenta las diferentes tasas de aumento calculadas sobre las estimaciones de crecimiento para cada actividad, se proyectó para los próximos años los siguientes volúmenes, en metros cúbicos, para las principales empresas del sector público:

Cuadro 5-78: Volumen proyectado de escombros por entidad pública 2008-2021



Fuente: Documento Escombros Cero, Programa Basura Cero; Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012

**b. Generación de Escombros por el Sector Privado**

En el diagnóstico hecho por la UAESP en febrero de 2009 los datos cuantitativos de los escombros generados por el sector privado se han obtenido a partir de los censos de edificación disponibles en el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE y en la CAMACOL, y se han calculado indirectamente a partir de las áreas edificadas, aplicándose el factor de generación de escombros igual a 1,42 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> de superficie edificada.

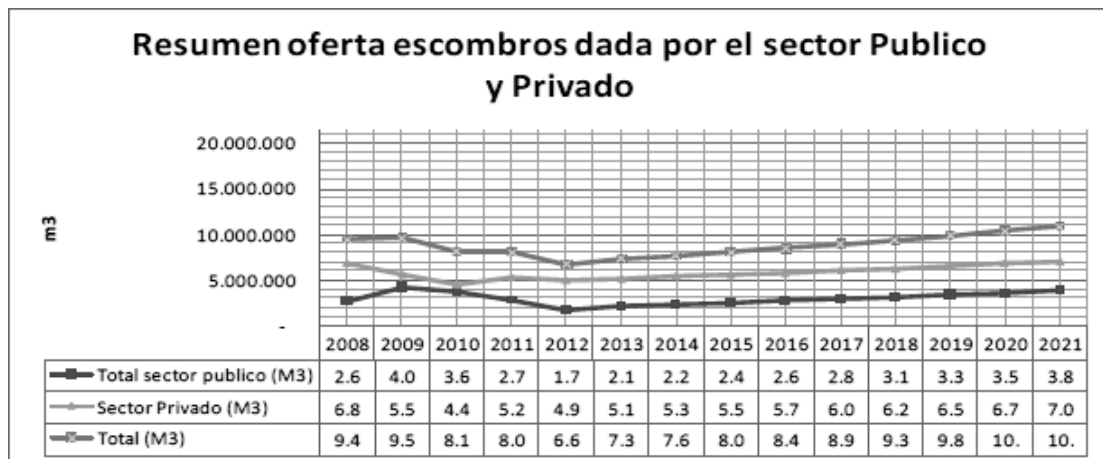
En la reciente revisión de este estudio se observó que el factor 1,42 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> es demasiado alto si se compara con índices de otros países (ejemplo: en Brasil se registran 150 kg/m<sup>2</sup>, o cerca de 0,1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), y en Septiembre del año 2012 se ajustó la producción del sector privado teniendo en cuenta datos actualizados reportados por la CAMACOL.

**c. Generación Total de Escombros – Presente y Futura**

El estudio hecho por la UAESP en 2009 proyectaba una producción de 14 millones de metros cúbicos de escombros para el año 2012.

En el año 2012, sin embargo, teniendo en cuenta datos actualizados de los grandes generadores del sector público y de la CAMACOL, el volumen aproximado de escombros para este año 2013, en el distrito, se estimó en 7.3 millones de metros cúbicos, siendo el 30% generado por el sector público y el 70% por el sector privado.

Cuadro 5-79: Horizonte 2008-2021 y sumatoria de generación de escombros en el sector privado y público



Fuente. Documento Escombros Cero, Programa Basura Cero; Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2012

### Notas

Una proyección futura para las cantidades de escombros es una tarea muy difícil, pues que la marcha de las obras públicas no obedecen a un ritmo constante. Hay picos de generación cuando se implementan grandes obras de infraestructura (como mallas viales, ampliación de las redes de acueductos y alcantarillados, proyectos de habitación, etc.), y hay bajas en épocas de cambio de gobierno y crisis económica.

Los escombros recolectados por la UAESP, a través de las empresas concesionarias, corresponden a aproximadamente 3% del total producido en la ciudad de Bogotá.

Cabe señalar que la mejora de las técnicas de construcción, con vistas a reducir, reutilizar y/o reciclar los escombros, se traducirá en consecuente reducción del volumen para disposición. Esto se materializará debido a que los factores económicos y de sostenibilidad se vuelven fundamentales para la competitividad del sector privado y para la eficiencia del sector público.

#### 5.7.2.5 Características y Composición de los Escombros

Se da cuenta de que el término "escombro" es bastante amplio y se refiere a una vasta gama de materiales, muy variados en su composición, resultantes de las actividades de construcción, demolición o excavación.

Para analizar el problema y proponer alternativas es importante tener en cuenta las diferentes composiciones de los diversos tipos de escombros, de acuerdo con sus orígenes.

Escombros de construcción, demolición, remodelación o adecuación consisten en restos y fragmentos de ladrillo, concreto, argamasa, madera, cerámica, azulejos, tejas, vidrio, acero y otros metales.

Por otro lado, los escombros de excavación se originan del corte del suelo, y básicamente incluyen la capa orgánica, residuos de material vegetal, piedras y materiales inorgánicos, tales como los suelos arcillosos y arenosos.

Mientras los escombros de la construcción son considerados como desperdicios que puedan ser minimizados o reciclados con la aplicación de nuevas técnicas y prácticas de construcción, los residuos de excavación no tienen el mismo potencial de reducción, ya que son necesariamente generados en la reconformación de los terrenos para posterior construcción o instalación de nuevas estructuras.

De acuerdo a la información obtenida a través de la administración de las escombreras Fiscal y Tunjuelo, que reciben parte de los escombros dispuestos regularmente en Bogotá, más de 90% de los residuos recibidos corresponden a los suelos de la excavación, es decir, tierra, arcilla, lodo y capa negra provenientes de excavación, mientras que los restos de construcción y demolición representan menos del 10%.

A partir de estos datos podemos creer que el grueso de los escombros generados en la ciudad de Bogotá consiste en tierra excavada, y no exactamente residuos de construcción ni demolición. Esta información es particularmente importante para la fijación de metas de minimización de residuos y el diseño de las instalaciones de reciclaje.

Se han solicitado a la UAESP, IDU y EAAB datos actualizados de la composición de los escombros generados, pero hasta la fecha no se han obtenido. Sin embargo, como una referencia, tomamos la información contenida en el PMIRS acerca de los escombros generados por el IDU en el período comprendido entre 1999 y 2001, según la cual el 80% es de materiales de excavación, como arcillas, arenas y lodos, lo cual coincide con la información actual suministrada por la administración de las escombreras Fiscal y Tunjuelo.

Cuadro 5-80: Tipología de los escombros generados por obras del IDU 1999 – 2001.

Material de escombro	Volumen de escombros (m3)		
	1999	2000	2001
Asfalto	96.844	41.664	2.614
Concreto	88.248	111.294	15.330
Material común (arcillas. arenas. lodos)	1.137.003	1.952.242	229.841
Material orgánico (pasto. raíces. turba. etc.)	75.786	229.676	7.071
Material roca	81.169	59.176	618
Otros	8.933	5.015	275
Total	1.487.985	2.394.052	255.749

Fuente: IDU. Estructuración del esquema técnico, legal, financiero y ambiental para la contratación de la disposición final de escombros producidos por las obras del IDU, en el área urbana de Bogotá. 2003

Con referencia a los desechos ilegalmente depositados en el espacio público, el estudio técnico realizado en agosto de 2009 por el Ingeniero José Luis Manzano T., de la UEASP, apunta a la siguiente composición: concreto (27.21%), tierra producto de excavación y construcciones (18.86%), ladrillo partido (18.48%), cerámica partida (9.14%), y tubería, losas y baldosas (4.28%). Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las descargas ilegales que han sido objeto de este estudio corresponden a una fracción de los residuos recolectados por la UAESP a través de las concesionarias y no representan la mayoría de los escombros generados en la ciudad, que surgen de las grandes obras públicas y privadas.

Cuadro 5-81: Caracterización de los escombros recolectados por la UAESP

CARACTERIZACIÓN	PESO	VOLUMEN
Acero (Tornillos, Platinas, Trozos de varilla, etc.)	0,11%	0,02%
Agregados (Grava y Gravilla)	0,08%	0,07%
Aluminio	0,00%	0,00%
Arena	1,30%	1,17%
Asbesto-Cemento (Tejas, canales, bajantes, etc.)	4,18%	4,35%
Asfalto	1,19%	1,80%
Bronce (Algunos tipos de bisagras, manijas, etc.)	0,00%	0,01%
Cerámica (Pisos, paredes, trozos de aparatos sanitarios, etc.)	9,14%	9,48%
Cartón	0,02%	0,14%
Caucho	0,58%	0,94%
Cobre (Alambres, algunos tipos de bisagra, etc.)	0,14%	0,10%
Concreto	27,21%	25,04%
Granito (Mesones, pisos, paredes, etc.)	2,46%	2,48%
Gres (Tuberías, baldosas, etc.)	4,28%	4,48%
Guadua (Residuos de Casetón)	0,21%	0,18%
Hierro	0,01%	0,01%
Icopor	0,41%	0,46%
Ladrillo (Trozos de tolete, bloques y baldosas)	18,46%	16,94%
Luminarias (Residuos peligrosos)	0,00%	0,00%
Lámina de yeso (Drywall)	1,06%	1,06%
Madera Aglomerada (Madercor, MDF, laminada, etc.)	0,28%	0,85%
Madera Maciza (Pino, Roble, Cedro, Flor Morado, etc.)	2,18%	3,96%
Mármol (Mesones, pisos, paredes, etc.)	0,66%	0,80%
Papel (Trozos de bolsas de cemento, yeso, etc.)	0,08%	0,10%
Plásticos Termoformables (PET, PVC, PP, PS, PEAD, PEBD, etc.)	0,93%	1,85%
Plásticos Termoestables (PF, PU, NBR, SBR, etc.)	0,20%	1,10%
Textiles (Lonas, alfombras, tapetes, etc.)	0,92%	2,86%
Tierra	18,86%	14,00%
Vidrio	2,02%	3,16%
Otros Escombros	3,01%	2,57%
Residuos orgánicos (Alimentos, residuos de poda, corte de césped, etc.)	0,01%	0,01%

Fuente: UAESP Diagnóstico del manejo integral de escombros en Bogotá, D.C. - 2009

De acuerdo con la caracterización anterior, tenemos el siguiente potencial para la reutilización y el reciclaje:

- Materiales procesables para obtener agregados pétreos (hormigón, cerámica, mármol, agregados, arena): 60,5% del total
- Materiales no procesables (asfalto y tierra): 15,8% del total

- Otros materiales reciclables (metales, vidrio, termoplásticos, madera, cartón): 10,2% del total
- Residuos con bajo potencial de reutilización o reciclaje (orgánicos, textiles, plásticos termoestables, yeso, caucho, icopor): 9,2% del total
- Residuos peligrosos (amianto): 4,3% del total

### Nota:

Es importante destacar que los únicos datos cualitativos todavía disponibles corresponden a: - (A) Información de 1999 a 2001, del IDU, que presenta la composición de los residuos generados por las obras públicas de infraestructura desarrolladas por esta entidad; y - (B) Estudio desarrollado en 2009, por la UAESP, que describe la composición de los escombros depositados ilegalmente en el espacio público, o sea, de menos de 3% del total de los escombros generados en la ciudad.

En documentos más recientes, se verifica que estos datos del IDU (1999 a 2001) y de la UAESP (2009) se han utilizado indistintamente para describir la composición de los escombros producidos en Bogotá, en general, que ciertamente resultará en conclusiones y modelos de gestión inadecuadas dada la diferencia en la composición de los escombros producidos por estas entidades y por los otros generadores, en particular del sector privado.

### **5.7.2.6 Transporte de Escombros de Grandes Generadores**

El transporte de la mayor parte de los escombros generados en obras públicas y privadas se lleva a cabo por las propias empresas constructoras, por transportadoras subcontratadas, o por transportistas autónomos, con camiones tipo volquetas, de dos o tres ejes, con capacidad aproximada de 7 ó 15 toneladas, respectivamente.

Los requisitos técnicos para el transporte de escombros se encuentran especificados en la Resolución 541 de 1994 y en el Decreto 357 de 1997.

Hasta el momento, el transporte de cargas no es sujeto a licenciamiento ambiental, o que dificulta la aplicación de sanciones a los transportistas por eventuales conductas ilegales.

Sin embargo, la nueva Resolución 1115 de 2012 establece que, a partir de Agosto de 2013, los transportadores de escombros deberán registrarse ante la Secretaría Distrital de Ambiente y actualizar esta información cada vez que presente alguna modificación, para alimentar el registro de transportadores que la entidad mantendrá en el aplicativo web. Esta resolución también establece que, para cada ruta realizada, los transportadores de RCD deberán portar documento con datos de fecha, origen, nombre y firma del generador, destino, tipo de



residuos, volumen o peso, sello de recibido del sitio de tratamiento y/o aprovechamiento o disposición autorizados como destino final, nombre de quien recibe y firma.

#### **5.7.2.7 Recolección de Escombros Domiciliarios y Clandestinos, en el Ámbito de la UAESP**

El generador es responsable de asegurar la disposición final de sus escombros (Resolución 541 de 1994), a excepción de los pequeños volúmenes (menor o igual a 1m<sup>3</sup>) generados en la remodelación de viviendas, cuya responsabilidad de recolección y disposición es de la UAESP (Resolución 151 de 2012, artículo 2.3.3).

La recolección de pequeños generadores y la remoción de escombros arrojados en depósitos clandestinos se llevan a cabo por las cuatro empresas concesionarias, en sus respectivos ámbitos, también utilizando vehículos de tipo volquetas dedicados a la recolección especial.

Los pequeños generadores domiciliarios o comerciales pueden solicitar la recolección de los escombros generados en pequeñas remodelaciones, que no requieren licencias de obras, por teléfono a través de la línea de atención 110. Otros canales para solicitud del servicio son la página web y los Centros de Atención al Usuario (CAU).

La prestación es regulada por la Ley 142 de 1994 y la Resolución 113 de 2003 - Reglamento Comercial y Financiero de la Prestación del Servicio Público de Aseo de Bogotá.

Aunque se notifique la recolección en 48 horas, en la práctica las concesionarias toman este término para programar (y no ejecutar) la recolección de los escombros. Para su ejecución, envían a campo un supervisor para verificar las condiciones físicas y hacer la cuantificación del material. Después del planeamiento de las rutas, la recolección en sí es ejecutada en un plazo hasta 15 días.

De acuerdo con la Resolución 151 de 2012, la recolección de pequeños generadores no se cobra para volúmenes hasta 1m<sup>3</sup>, pero se cobra por la disposición. Cuando el volumen excede 1m<sup>3</sup> el usuario paga por el transporte y por la disposición. Aunque la misma Resolución establezca la obligación del concesionario de disponerlos en escombreras autorizadas, en verdad estos escombros se destinan al Relleno Sanitario Doña Juana.

A seguir se presentan las tarifas cobradas en el año 2012 por la recolección de escombros por las concesionarias de aseo, según el estrato y el generador.

Cuadro 5-82: Tarifas para Recolección de Escombros

	Atesa	Ciudad Limpia	Lime	Aseo Capital
Estrato 1	\$9.600/m3 (\$57.600/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$10.500/m3
Estrato 2	\$9.600/m3	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$10.500/m3
Estrato 3	\$20.000/m3 (\$120.000/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$20.000/m3
Estrato 4	\$20.000/m3 (\$120.000/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$20.000/m3
Estrato 5	\$20.000/m3 (\$120.000/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$20.000/m3
Estrato 6	\$20.000/m3 (\$120.000/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$20.000/m3
Pequeño productor	\$30.000/m3 (\$180.000 /viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	-
Gran productor	\$40.000 m3 (\$240.000/ viaje 7m3)	\$10.000/m3	\$15.000/m3	-
Comercial	-	\$10.000/m3	\$15.000/m3	\$25.000/m3

Obs.: La recolección menos de 1 m3 es gratuita

Fuente: UAESP, 2012

### Deficiencias en el Servicio de Recolección Especial

Las deficiencias que se han podido identificar comprenden:

- Congestionamiento de la línea de atención 110, con tiempo de respuesta demasiado largo, ya que los requisitos mínimos y sanciones por el mal funcionamiento del servicio no se han especificado en los contratos de concesión.
- Desconocimiento, por parte de los ciudadanos, de los canales para solicitud de servicios de recolección especial.
- Término demasiado largo para efectiva recolección de los escombros, puesto que, de acuerdo con los contratos de recolección la empresa concesionaria tiene 2 días para programar la recolección de los residuos, mientras que la recolección efectiva puede llevar hasta 15 días.
- Falla por parte de la supervisión de las concesionarias y de la interventoría en reportar la ocurrencia de depósitos irregulares de escombros y procurar su recolección.
- Los precios no son calculados en detalle y son posiblemente elevados para los servicios que se prestan.

Debido a las deficiencias en los servicios regulados, en ocasiones, la población contrata a volqueteros privados y zorreros, que recogen y transportan sus escombros hacia sitios no autorizados.

### 5.7.2.8 Disposición Actual de Escombros en Bogotá

Desde 1997 se prohibió arrojar escombros en rellenos sanitarios (Decreto Distrital 357 de 1997, artículo 6).

Los escombros que no sean objeto de un programa de recuperación y aprovechamiento deben ser dispuestos adecuadamente en escombreras municipales o distritales, y la ubicación de las escombreras debe ser definida y aprobada por el municipio o distrito (Decreto 838 de 2005, artículo 23; Resolución 541 de 1994 del Ministerio de Medio Ambiente; Decreto Distrital 357 de 1997, artículo 5).

La idea acerca de las escombreras es la de utilizarse residuos inertes, que resultan de las actividades de construcción y de obras civiles para rellenar áreas degradadas, tales como minas y canteras desactivadas, con doble propósito de disponer los escombros, y que estos materiales contribuyan para la restauración del sitio.

El uso de estos sitios debe ser licenciado por la autoridad municipal, en obediencia al Plan de Ordenamiento Territorial (POT), y en base a un plan integral para la restauración del medio ambiente. Su proyecto debe incluir obras de drenaje superficial periférica, preparación de taludes e paisajismo, con el fin de transformar y preparar el área para ser re-integradas a la ciudad, con un nuevo propósito, ya sea productivo o de recreo.

En la actualidad, la ciudad de Bogotá cuenta con apenas dos sitios autorizados para disposición de escombros, los cuales pertenecen a dos minerías privadas, que tienen sus planes de recuperación ambiental aprobados: las escombreras, La Fiscala y Cantarrana, ambas localizadas en el sur de la ciudad, cerca del relleno Doña Juana.

- Predio Cantarrana: inició actividades el 25 de Septiembre de 2011, aprobado mediante Resolución de la SDA, con capacidad para disposición de 3.000.000 m<sup>3</sup>.
- Escombrera Cemex La Fiscala: se encuentra ubicada en el predio Parque Minero Industrial el Tunjuelo, autorizada como sitio de disposición final por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con capacidad estimada de 1.500.000 m<sup>3</sup>.

Dadas las capacidades útiles de estas dos escombreras, es evidente la escasez de sitios para disponer escombros en la ciudad de Bogotá.

Recientemente, después de evaluar otros 13 sitios, la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría Distrital de Planeación concluyeron que solamente los tres sitios determinados en el POT (Cantarrana B, Carabineros y Osorio-Tintal) presentan condiciones favorables para convertirse en escombreras. Por otro lado, se aprobadas modificaciones en el POT, un total de siete sitios pueden tener condiciones aceptables.

**Cuadro 5-83: Sitios que Presentan Condiciones Favorables para Convertirse en Nuevas Escombreras**

Nombre del Predio	Ubicación	Propiedad	Capacidad
Carabineros	Carrera 71G No. 69-12 Sur, Ciudad Bolívar	Pública	1.000.000 m3
Serafín	Costado oeste de la Avenida Boyacá, Ciudad Bolívar	Pública	3.000.000 m3
Cantarrana B	Km 6 Vía Usme, Usme	Privada	3.026.193 m3
Parque de Reciclaje El Salitre	Transversal 130, Engativa	Pública	No informada
Predio Vía Suba-Cota	Vía Suba-Cota, Suba	Privada	No informada
Cemex La Fiscala	AC 71B Sur 14 66 IN, Tunjuelo, Ciudad Bolívar	Privada	20.000.000 m3
Ladrillera Santa Fe		Privada	No informada

Fuente: Evaluación Preliminar de Sitios Potenciales, Grupo de Trabajo Interinstitucional SDA, UAESP, SDP, Alcaldía Mayor, Abril de 2013

De acuerdo con el Informe de Gestión de la Subdirección de Control Ambiental al Sector Público (SCASP) del 2 de abril de 2012, docenas de sitios no autorizados siguen recibiendo escombros a pesar de los esfuerzos de la SCASP, que en el último año ha intensificado visitas de seguimiento de control ambiental a proyectos constructivos que se desarrollaban en la ciudad, sobretudo los megaproyectos (Aeropuerto, TransMilenio Fase III, POZ Norte, POZ Centro y Operación Nuevo Usme), con el fin de controlar los impactos ambientales causados por sus actividades.

En el seguimiento a estos proyectos constructivos, la SCASP ha identificado que debido a la falta de sitios aprobados para disposición final de escombros dentro del Distrito Capital, los constructores han optado por disponer en predios aprobados fuera del Distrito, los más frecuentes ubicados en los municipios de Mosquera y Sibaté.

#### **5.7.2.9 Disposición de Escombros en el Relleno Sanitario Doña Juana**

A pesar de la prohibición expresa en el Decreto Distrital 357 de 1997, los escombros de origen domiciliario y también aquellos recogidos en depósitos irregulares siguen siendo dispuestos en el Relleno Sanitario Doña Juana.

Esta disposición se hace por limitaciones técnicas, que hasta hoy impiden su envío hacia las escombreras autorizadas.

En la actualidad, las escombreras tienen requisitos rígidos en cuanto a la calidad de los escombros que reciben. Maderas, metales, plásticos y otros materiales se consideran contaminantes y no pueden ser dispuestos en conjunto con los escombros de ladrillos, concreto y suelos.

A diferencia de los escombros producidos en grandes obras y construcciones, los escombros que se originan en remodelaciones de viviendas se generan en pequeñas cantidades, y no se pueden separar en categorías. En la práctica, todos los residuos generados en las pequeñas obras, incluyendo pinceles y brochas, tubos de PVC, cables eléctricos, galones de pintura, maderas, yeso, etc., se entregan mezclados y empacados al vehículo de recolección.

Por consiguiente, los escombros domiciliarios, y aún más los escombros clandestinos, se consideran “contaminados” por las escombreras. Sin otra alternativa, se disponen como “residuos mixtos” en el Relleno Sanitario Doña Juana.

Según el informe mensual de la Interventoría del Servicio de Aseo en Bogotá, D.C. (Consortio ISP), en 2012 las cuatro concesionarias de aseo recolectaron 282 mil m<sup>3</sup> de escombros, siendo 75 mil m<sup>3</sup> de origen domiciliar y 207 mil m<sup>3</sup> de origen clandestina. De este total, apenas 6 mil m<sup>3</sup> (2,1%) se destinaron a escombreras (principalmente a La Fiscala) y el restante al relleno Doña Juana.

### **5.7.3 Tendencias Futuras para la Gestión de Escombros en la Ciudad de Bogotá**

El cumplimiento de la Resolución 1115 de 2012 permitirá una mayor gestión por parte de la autoridad municipal, a través de los inventarios y documentos de control de movimientos a que se obligan los grandes generadores de escombros, transportadores y receptores, lo que por su vez permitirá la adopción de políticas públicas más adecuadas, con base en datos medidos y no estimados.

También motivará la iniciativa privada a emprender esfuerzos para el desarrollo de nuevas formas de reaprovechamiento y reciclaje de los escombros, una vez que obliga la reutilización de los generados por las etapas constructivas y de desmantelamiento y la utilización de elementos reciclados provenientes de los Centros de Tratamiento y/o Aprovechamiento de RCD legalmente constituidos, en cantidades crecientes al largo del tiempo. Esto deberá promover la busca por tecnologías y implantación de plantas móviles y fijas para suplir las construcciones de estos materiales reciclados.

A este respecto, CEMEX ha empezado la producción, experimental todavía, de grava y agregados a partir del procesamiento de escombros de demolición, principalmente concreto y ladrillo. Se utilizan los mismos equipos de molienda y trituración ya instalados en la planta de Tunjuelo, y, en la actualidad, se producen 2 a 3 mil m<sup>3</sup>/mes de productos reciclados.

Esta tendencia, si es confirmada, llevará a reducción de los volúmenes de escombros a ser dispuestos y al incremento de la vida útil de las escombreras.

Por otro lado, a través de la política de “Escombros Cero”, instituida en el reciente Acuerdo 489 de junio de 2012, se establece el diseño e implementación de un modelo eficiente y sostenible de gestión de los escombros en la ciudad (todavía en preparación), que busca una mayor recuperación y reincorporación de escombros al proceso constructivo por medio del uso de plantas de reciclaje.

### 5.7.4 Resumen del Diagnóstico Final

Se consideran escombros todos los residuos generados en procesos constructivos, de remodelación, demolición o excavación.

Según los datos compilados por la UAESP y por la Secretaria Distrital del Ambiente, la generación actual de escombros en Bogotá es de cerca de 6,6 millones de metros cúbicos (2012), con proyección de 10 millones de metros-cúbicos para el año 2020. El sector privado es responsable por 70% de la generación de los escombros, y el sector público por 30%.

Sin embargo, las informaciones cuantitativas y sobretodo cualitativas de los escombros generados por el sector privado no tienen consistencia, ya que no se basan en medición directa. También los datos cualitativos del sector público se basan en estudio de caracterización de los escombros del IDU, hecho hace más de 10 años, y que fueran extrapolados para las otras entidades del sector.

La destinación corriente para la mayoría de los escombros producidos es las escombreras ubicadas dentro y fuera del distrito de Bogotá.

La disposición en las escombreras representa una práctica ambientalmente adecuada, a medida que se utilizan residuos inertes para re-conformar áreas degradadas, mientras que se evita la disposición en el Relleno Sanitario, ampliando su vida útil.

Por otro lado, la capacidad de las escombreras en actividad ubicadas en Bogotá (Cantarrana y La Fiscala) está llegando al límite y es insuficiente para garantizar la autonomía del distrito en el manejo de sus escombros, que hoy cuenta con otras escombreras ubicadas en municipios vecinos. Esto indica una urgente necesidad de evaluación y aprobación de nuevos sitios y, al mismo tiempo, de reducir la cantidad de escombros para disposición a través del reaprovechamiento y reciclaje de materiales.

Hasta la fecha Bogotá cuenta con apenas una planta piloto de reciclaje de escombros por trituración y cribado, operada por CEMEX junto a la escombrera La Fiscala, que no cuenta con licencia de operación, y cuya capacidad todavía es muy pequeña para atender a la demanda. Otras plantas de reciclaje sólo se encuentran en otros municipios vecinos.

Aunque faltan informaciones más precisas, se estiman que más de 80% del volumen total de los escombros generados corresponden, en realidad, a suelos de excavación, que pueden ser en parte reutilizados pero no se pueden procesar para obtención de agregados y otros reciclados. Mientras, los restos de construcción y demolición, donde se incluyen los pétreos, asfálticos, orgánicos, peligrosos y reciclables, representan conjuntamente menos de 20% del total.

Los porcentuales anteriores son de suma importancia, ya que indican el potencial de reciclaje para el dimensionamiento de metas y de la infraestructura física necesaria al cumplimiento de los objetivos que se desean establecer.

Aún están pendientes normas o instrucciones técnicas que establezcan procedimientos para la clasificación y separación de residuos en la fuente y otras normas para especificar la calidad de los materiales reciclados, según sus diferentes aplicaciones.

La disposición de los residuos mixtos, como se presentan los escombros generados en pequeñas remodelaciones de viviendas y también los escombros arrojados en sitios clandestinos, sigue siendo un desafío puesto que la mezcla de materiales diversos dificulta su reciclaje y impide su aceptación en las escombreras.

Estos residuos mixtos (escombro contaminado), cuya responsabilidad es de la UAESP, corresponden a 3% del total de los escombros generados en Bogotá, actualmente 208 mil metros-cúbicos por año (2012), y se los llevan para disposición al relleno Doña Juana.

El servicio de atención al ciudadano se realiza a través de la línea 110, que refleja las deficiencias en cuanto a su operación. Además, el tiempo para la efectiva recolección de los escombros domiciliarios y los precios aparentemente elevados estimulan la contratación de agentes no autorizados que los disponen de manera irregular, agravando los daños ambientales y aumentando los costos de reparación.

Se observa deficiencia, por parte de los supervisores y de la interventoría, en notificar sobre las ocurrencias de depósitos clandestinos y la respuesta oportuna del servicio de recolección especial.

El Distrito de Bogotá cuenta con una nueva y moderna normativa que propicia la gestión adecuada de los escombros. Sin embargo, el Decreto Distrital 312 de 2006 no se cumplió en aspectos como el intercambio de información entre las instituciones, previsto en los artículos 69 y 107 y las metas propuestas en el artículo 120. El nuevo proyecto “Escombros Cero” presenta metas factibles, pero su éxito depende de acciones coordinadas entre las autoridades del gobierno y la iniciativa privada.

**5.7.5 Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) para Bogotá Distrito Capital, 2006**

El Artículo 120 del Decreto 312 de 2006 ha establecido metas de la cobertura y calidad del servicio público de aseo en la zona urbana del Distrito Capital.

Las siguientes metas se refieren específicamente al tema de manejo de escombros:

- De Corto Plazo:  
1.7 De aprovechamiento: Aprovechamiento en 2 instalaciones de escombros, funcionando a partir de 2007.
- De Mediano Plazo:  
1.13 Recolección de escombros: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.

Otras dos metas se refieren a los residuos sólidos, de modo más amplio, donde también se incluyen los escombros:

- De Mediano Plazo:  
1.15 De disposición final de residuos: Reducción hasta en el 20% de los residuos que ingresan en el relleno Doña Juana en un plazo de 10 años
- De Largo Plazo:  
1.18 De reciclaje: Reciclar y aprovechar los residuos del Servicio Público de Aseo: 25% desde el 2006 y el 2016.

Según el Artículo 6 del mismo Decreto, tenemos la definición del horizonte y períodos de ejecución:

- Corto Plazo: entre 2006 y 2008
- Mediano plazo: entre 2009 y 2014
- Largo plazo: entre 2015 y 2019

Con respecto al aprovechamiento de los escombros, no se ha logrado la instalación de dos plantas funcionando a partir de 2007. Presentemente, en realidad, hay en Bogotá apenas una planta piloto de CEMEX, todavía sin licencia de operación.

No se puede decir que la recolección de los escombros (por la UAESP) cubre los 100% planeados, pues que 73% de los escombros recolectados en el 2012 fueran retirados de sitios clandestinos y apenas 27% verdaderamente recolectados de los establecimientos generadores. Estos números muestran que el trabajo se hace de forma correctiva, y no preventiva.

Las metas de reducción y reciclaje, a que se refiere los ítems 1.15 y 1.18 del Artículo 120 del Decreto, son generales para todos los residuos sólidos. En cuanto a los escombros, hasta el presente todos los escombros recogidos por la UAESP se destinan al relleno Doña Juana, sin que se han realizados esfuerzos para su minimización o reciclaje.



Conforme ya mencionado, la forma mezclada en que se encuentran estos residuos impide su reciclaje, hace que se haga un trabajo de selección de sus componentes, lo que requiere una instalación específica todavía no existente.

#### **5.7.6 Análisis del Cumplimiento de las Metas del Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C., 2012-2016**

El Artículo 46 del Acuerdo 489 de 2012 establece las metas de Programas y Proyectos del Plan Bogotá Humana (Tabla No. 2 - Metas Eje 2).

Con respecto al Proyecto “Escombros Cero” del Programa “Basura Cero”, se plantea como metas, en el plazo 2012 hasta 2016:

- Gestionar el 100% de los escombros generados en la ciudad con técnicas modernas de aprovechamiento, tratamiento y disposición final
- Gestionar la creación de 6 escombreras
- Mejorar la planificación para el aprovechamiento, tratamiento y disposición de los escombros en Bogotá
- Definir la localización de zonas para el manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición de la totalidad de los residuos producidos en Bogotá
- Desarrollar un modelo eficiente y sostenible de gestión de los escombros en la ciudad

El programa de "Basura Cero" es relativamente reciente, cuenta con una buena coordinación y articulación entre las autoridades municipales que participan en la Mesa Distrital de Escombros. Sin embargo, algunas metas son muy ambiciosas para un plazo tan corto.

La gestión del 100% de los escombros con modernas técnicas de aprovechamiento, tratamiento y disposición depende de la creación de las instalaciones físicas necesarias, las cuales a su vez dependen de una serie de acciones, como los cambios en el Plan de Ordenamiento Territorial - POT (ya en estudio), la creación de instrucciones técnicas para el licenciamiento, operación y control de estas instalaciones, la sensibilización del sector privado a participar del emprendimiento.

Avances considerables se puede alcanzar con la aplicación del Decreto 1115 de 2012, que deberá motivar la creación de un mercado para los productos reciclados.

Un modelo de gestión de los RCD se ha preparado y presentado en el documento “Escombros Cero”, que ahora debe ser implementado, y todavía se puede mejorar en algunos aspectos.

## 5.8 Sistema Institucional

### 5.8.1 Sistema Legal e Institucional al Nivel Nacional

#### 5.8.1.1 Evolución del sistema legal e institución

En éstos últimos 30 años el estado colombiano ha venido estableciendo y aplicando diferentes políticas para la protección y la administración de los recursos naturales. El Decreto Ley 2811 de 1974 “Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” y la Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional) constituyen el marco normativo de la gestión de residuos sólidos. De esta primera etapa normativa sobresale la preocupación del Estado por la reglamentación técnica y los aspectos ambientales, con una preferencia explícita por fomentar procesos de reciclaje y modificar patrones de producción y consumo de bienes para minimizar la generación de residuos sólidos. En específico, el Decreto Ley 2811 estableció importantes reglas tales como; se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase; reintegrar al proceso natural y económico los desperdicios sólidos, líquidos y gaseosos, provenientes de industrias, actividades domésticas o de núcleos humanos en general; sustituir la producción o importación de productos de difícil eliminación o reincorporación al proceso productivo; se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios, y, en general, de desechos que deterioren los suelos o, causen daño o molestia a individuos o núcleos humanos; y los municipios deberán organizar servicios adecuados de recolección, transporte y disposición final de basuras. En cuanto a la Ley 9 de 1979 “Código Sanitario” se prohibió utilizar las aguas como sitio de disposición final de residuos sólidos, efectuar en las vías públicas la separación y clasificación de las basuras y almacenar a campo abierto o sin protección las basuras sin previa autorización<sup>10</sup>.

Con la expedición de la Constitución Política de 1991 y de las Leyes 99 de 1993 y 142 de 1994, se estableció un marco institucional para el desarrollo empresarial del servicio público de aseo, con el fin de asegurar su prestación eficiente, bajo la responsabilidad de los municipios y distritos.

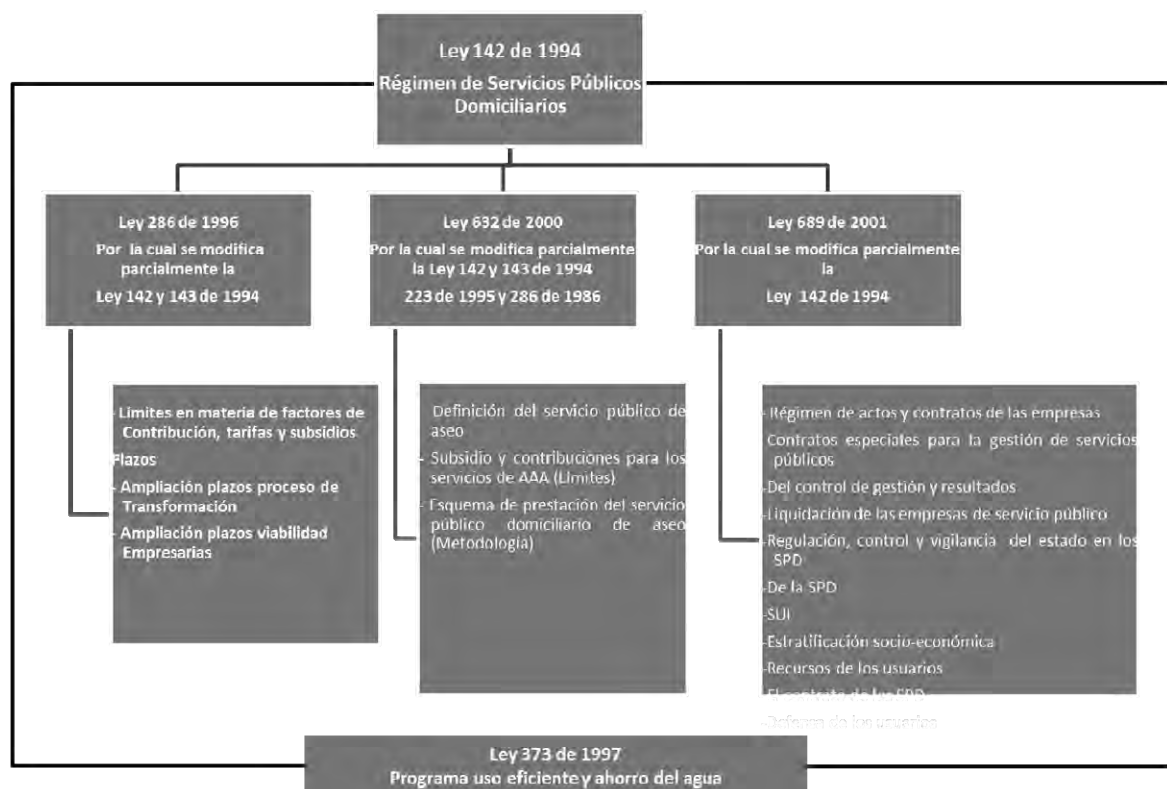
En los años ochenta se establecieron y entraron en rigor sucesivamente leyes relacionadas con la prevención de la contaminación del aire, el suelo y las aguas. Como contradicción a ello, las grandes ciudades generaban gran cantidad de residuos, los cuales eran descargados

---

<sup>10</sup> Fuente: [www.minambiente.gov.co/](http://www.minambiente.gov.co/) Política Residuos Sólidos, Colombia Sin Botaderos a Cielo Abierto

en espacios públicos tales como vías públicas, afectando considerablemente las condiciones de higiene y salubridad de la comunidad. Para revertir esta situación, grandes ciudades como Bogotá, tomaron algunas medidas tales como la contratación de empresas especializadas para el servicio de recolección de residuos. Aunque la recolección de residuos sólidos mejoró, no sucedió lo mismo con la disposición final.

Actualmente la prestación de los servicios de aseo se hace conforme a lo dispuesto en las leyes 142 y 143 de 1994 y a las normas que expiden las Comisiones de Regulación de cada sector, por su parte las personas que los prestan están sujetas a la inspección, vigilancia y control de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.



Como se mencionó, en julio de 1994 entró en vigencia la Ley 142 que establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios tales como el acueducto, el alcantarillado, el aseo, la energía, el gas y la telefonía pública, así como las actividades que realicen las personas prestadoras de servicios públicos. En dicha Ley se establece la intervención del Estado en los servicios públicos para los siguientes fines:

- Garantizar la calidad del bien objeto del servicio público y su disposición final para asegurar el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios.
- Ampliación permanente de la cobertura mediante sistemas que compensen la insuficiencia de la capacidad de pago de los usuarios.

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

---

- Atención prioritaria de las necesidades básicas insatisfechas en materia de agua potable y saneamiento básico.
- Prestación continua e ininterrumpida, sin excepción alguna, salvo cuando existan razones de fuerza mayor o caso fortuito o de orden técnico o económico que así lo exijan.
- Prestación eficiente.
- Libertad de competencia y no utilización abusiva de la posición dominante.
- Obtención de economías de escala comprobables.
- Mecanismos que garanticen a los usuarios el acceso a los servicios y su participación en la gestión y fiscalización de su prestación.
- Establecer un régimen tarifario proporcional para los sectores de bajos ingresos de acuerdo con los preceptos de equidad y solidaridad.

En cuanto a los residuos sólidos, dicha Ley establece la calidad de los servicios de recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final, sirviendo como una herramienta para mejorar el manejo de residuos sólidos a nivel municipal.

Actualmente desde el punto de vista institucional, en el sector intervienen, en el ámbito nacional, el Departamento Nacional de Planeación, el Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible; el Ministerio de Salud, la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. En el ámbito intermedio intervienen las Corporaciones Autónomas Regionales, y a nivel local los Municipios y los comités de Desarrollo y Control Social de los Servicios Públicos Domiciliarios.

El Gobierno Nacional, acorde con los preceptos constitucionales y legales en materia de servicios públicos tiene la responsabilidad a través de:

- El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial reorganizado a través de Ley N° 1444 de mayo de 2011): planificar, orientar, cofinanciar y promover la política sectorial, la cual debe estar acorde con el lineamiento de la política nacional que establece el Departamento Nacional de Planeación.
- La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA): regular los monopolios en la prestación de los servicios y promover la competencia entre quienes presten servicios públicos.
- La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD): llevar a cabo el control y la vigilancia sobre el sector.

En el sector de agua potable y saneamiento básico el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible es el ente rector y en menor medida el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de la Salud y Protección Social. Dentro de sus principales funciones se encuentra:

- Definir las políticas sectoriales: política rural, planes departamentales;

- Dirigir el sector de agua potable y saneamiento básico – Interacción directa con el Presidente de la República;
- Coordinar la gestión armónica de las demás autoridades sectoriales;
- Dirigir la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
- Expedir las reglamentaciones de las leyes relacionadas con el sector;
- Definir los reglamentos técnicos de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo;
- Proponer los proyectos de reformas constitucionales y legales.

Por su parte la CRA tiene como funciones principales el:

- Regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abuso de la posición dominante;
- Expedir regulación económica y tarifas;
- Expedir normas para proteger la competencia;
- Expedir regulación de protección de abuso de posición dominante sobre los usuarios
- Definir los criterios de eficiencia y desarrollar indicadores y modelos para evaluar la gestión financiera, técnica y administrativa de los prestadores;
- Ordenar la fusión de empresas para extender la cobertura y abaratar los costos para los usuarios;
- Ordenar la liquidación de empresas monopolísticas oficiales en el campo de los servicios públicos y otorgar a terceros el desarrollo de su actividad, cuando no cumplan los requisitos de eficiencia a los que se refiere esta;
- Establecer los mecanismos indispensables para evitar concentración de la propiedad accionaria en empresas con actividades complementarias en un mismo sector o sectores afines en la prestación de cada servicio público.

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, dentro de sus principales funciones se encuentran las siguientes:

- Vigilar y controlar que los prestadores cumplan con la normatividad y sancionar sus incumplimientos;
- Vigilar y controlar el cumplimiento de los contratos entre las empresas de servicios públicos y los usuarios, y apoyar las labores que en este mismo sentido desarrollan los "comités municipales de desarrollo y control social de los servicios públicos domiciliarios"; y sancionar sus violaciones;
- Administrar el Sistema Único de Información de Servicios Públicos (SUI);
- Establecer los sistemas uniformes de información y contabilidad que deben aplicar quienes presten servicios públicos;
- Dar concepto a las Comisiones de Regulación y a los ministerios sobre las medidas que se estudien en relación con los servicios públicos;
- Mantener un registro actualizado de las entidades que prestan los servicios públicos.
- Tomar posesión de las empresas de servicios públicos;
- Evaluar la gestión financiera, técnica y administrativa de los prestadores de servicios públicos sujetos a su control, inspección y vigilancia, de acuerdo con los indicadores definidos por las Comisiones de Regulación
- Velar por la progresiva incorporación y aplicación del control interno en las personas que presten servicios públicos sometidos a su control, inspección y vigilancia;
- Solicitar a los auditores externos la información indispensable para apoyar su función de control, inspección y vigilancia y para evaluar la gestión y resultados de las personas prestadoras de servicios públicos;

En cuanto al Departamento Nacional de Planeación sus principales funciones en este ámbito comprenden:

- Preparar el Plan Nacional de Desarrollo;
- Coordinar con el ministerio los planes sectoriales;
- Proyectar los documentos de planeamiento económico;
- Coordinar el manejo, cumplimiento y seguimiento del Sistema General de Participaciones, que incluye los recursos de agua potable y saneamiento básico – Son transferencias de la Nación a los entes territoriales;
- Coordinar el manejo, cumplimiento y seguimiento de las regalías a los entes territoriales, que incluye los usos para agua potable y saneamiento básico.

Por último los Municipios dentro del sistema tienen las siguientes funciones:

- Asegurar que se presten a sus habitantes, de manera eficiente por empresas de servicios públicos de carácter oficial, privado o mixto, o directamente por excepción;
- Asegurar en los términos de esta Ley, la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización de las entidades que prestan los servicios públicos en el municipio;
- Disponer el otorgamiento de subsidios a los usuarios de menores ingresos, con cargo al presupuesto del municipio, de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 60 de 1993 y la Ley 142.
- Estratificar los inmuebles residenciales de acuerdo con las metodologías trazadas por el Gobierno Nacional;
- Establecer en el municipio una nomenclatura alfa numérica precisa, que permita individualizar cada predio al que hayan de darse los servicios públicos;
- Apoyar con inversiones y demás instrumentos descritos en esta Ley a las empresas de servicios públicos promovidas por los departamentos y la Nación para realizar las actividades de su competencia.

### 5.8.1.2 Política del manejo de residuos sólidos

En el año 1998 el Ministerio de Medio Ambiente, el predecesor del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) estableció una política de la gestión integral de residuos sólidos. A través del Decreto 1713 de 2002 se asigna a los Municipios y Departamentos la responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos y la obligación de formular e implementar Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

Actualmente y dentro de las políticas prioritarias está el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los botaderos a cielo abierto. La Resolución 1045 de 2003 y la Resolución 1390 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial forman el marco legal para adelantar dicha política.

Entre las políticas relacionadas con la gestión de residuos sólidos de estos últimos años, se pueden destacar las siguientes:

- 1) Establecer el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) como una herramienta de planeación principal en el nivel municipal.

- 2) Cerrar botaderos a cielo abierto y utilizar rellenos sanitarios.
- 3) Aplicar un modelo de tarifa que cubra los costos y aprovechar prestadores de servicios para que los servicios relacionados con residuos sólidos puedan sostenerse como negocio.
- 4) Elaborar la política de reducción del volumen de residuos sólidos y de aprovechamiento

Entre las mencionadas no existen grandes avances en relación a la elaboración de una política de reducción del volumen de residuos sólidos y de aprovechamiento, por lo tanto a continuación nos referiremos en particular a las políticas 1) a 3) y el apoyo financiero para su implementación.

**a. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS**

El Decreto 1713 de 2002 obliga a los municipios y distritos establecer un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. El PGIRS tiene el papel de ser la estructura técnica, institucional y comercial de la prestación del servicio de aseo en el corto (3 años), mediano (6 años) y largo plazo (15 años)

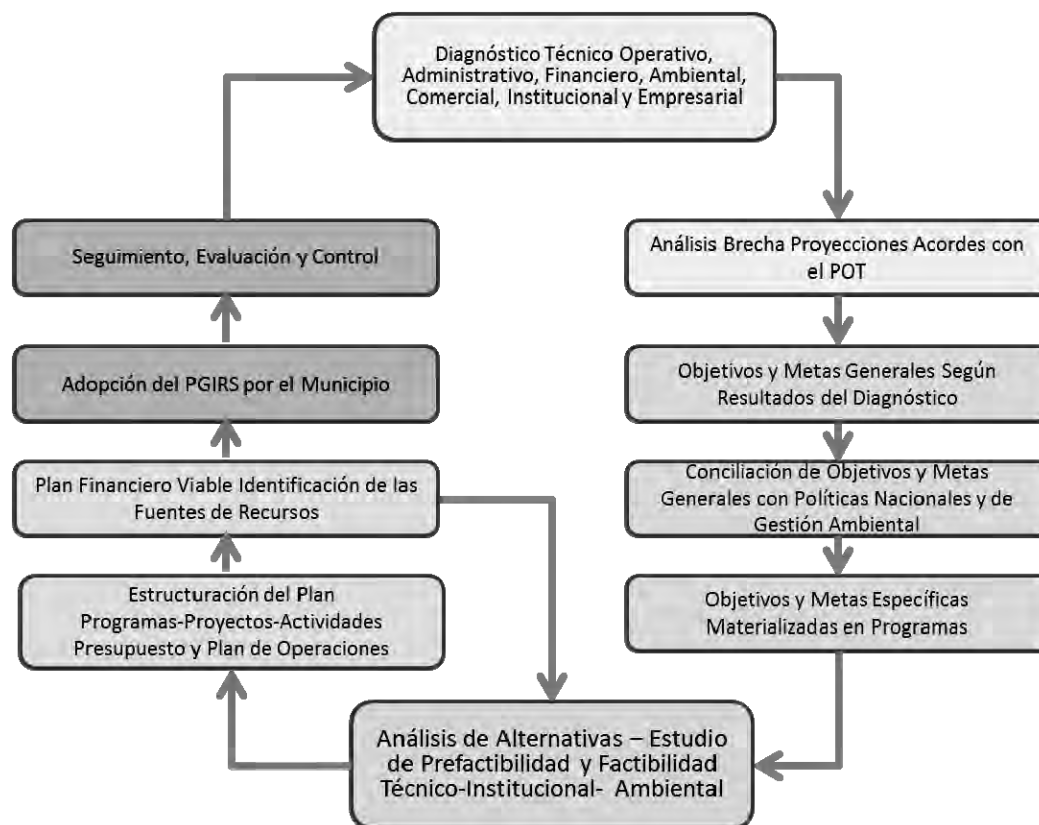
El PGIRS es una herramienta para que cada entidad planee, implemente, monitoree y evalúe la gestión de residuos, bajo la articulación de diferentes aspectos relacionados con la gestión de residuos sólidos tales como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), la evaluación de impactos ambientales, la gestión de medio ambiente, la operación de servicios públicos y la participación civil. Según dicho decreto, el PGIRS debe ser formulado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

1. Diagnóstico de las condiciones actuales técnicas, financieras, institucionales, ambientales y socioeconómicas de la entidad territorial en relación con la generación y manejo de los residuos producidos
2. Identificación de alternativas de manejo en el marco de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos con énfasis en programas de separación en la fuente, presentación y almacenamiento, tratamiento, recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final
3. Estudios de prefactibilidad de las alternativas propuestas
4. Identificación y análisis de factibilidad de las mejores alternativas, para su incorporación como parte de los Programas del Plan.
5. Descripción de los programas con los cuales se desarrollará el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que incluye entre otros, las actividades de divulgación, concientización y capacitación, separación en la fuente, recolección, transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final.
6. Determinación de Objetivos, Metas, Cronograma de Actividades, Presupuestos y responsables institucionales para el desarrollo de los programas que hacen parte del Plan.
7. Plan de Contingencia.

Dentro de las competencias territoriales a nivel nacional dentro del ámbito del PGIRS le corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible fijar las políticas, directrices

y normatividad, establecer incentivos económicos, acuerdos sectoriales gestión de recursos y dar asistencia técnica y capacitación. A nivel regional corresponde a las CAR's y Departamentos promover los proyectos regionales, dar apoyo técnico y capacitación, verificar la vida útil de los sitios de disposición final y efectuar el monitoreo, seguimiento y autoridad. A nivel local los Municipios y Distritos tienen competencia para la formulación e implementación del PGIRS, el aprovechamiento y la comercialización, articular la participación de actores y gestionar los recursos.

En octubre de 2003 entra en vigencia la Resolución 1045 del Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (actual Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible), por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. La Figura siguiente muestra dicha metodología:



Fuente: [www.slideshare.net/.../gestion-integral-de-residuos-slidos-en-colombia](http://www.slideshare.net/.../gestion-integral-de-residuos-slidos-en-colombia)

Figura 5-38: METODOLOGÍA PGIRS

**b. Política regional**

En los últimos años se ha avanzado en cuanto a la ejecución de adecuados planes de cierre y la transformación de botaderos a cielo abierto a rellenos sanitarios, esto debido al establecimiento de leyes y normas tales como **la Resolución 1390 de 2005 que establece las directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a**



**rellenos sanitarios de los sitios de disposición final, el Decreto 1220 de 2005 que establece los criterios generales para otorgar licencias de construcción y operación de áreas de disposición final de residuos sólidos y el Decreto 838 de 2005 que establece criterios para la ubicación de áreas destinadas a la disposición final de residuos sólidos y su articulación con el POT.**

En el Distrito Capital Bogotá y otras grandes ciudades tales como Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena el sistema de recolección de residuos sólidos se ha organizado a través de empresas públicas o privadas y los botaderos a cielo abierto que se habían convertido en un problema urbano, se han transformado en rellenos sanitarios. De este modo la infraestructura para suministrar servicios relacionados con residuos sólidos se ha ido organizando.

Por otro lado, los medianos y pequeños municipios que no tienen un gran número de habitantes como las ciudades mencionadas anteriormente, y que por lo tanto, el mercado de servicios relacionados con los residuos sólidos es pequeño, no tienen suficiente capacidad financiera para establecer y sostener la operación de un sistema de recolección y disposición final (relleno sanitario) moderno, por lo tanto, en muchos de estos casos no existen alternativas de servicios adecuados para la gestión de residuos sólidos. Esto se hace más evidente en el área de disposición final donde aún no se ha solucionado el problema de botaderos a cielo abierto.

En el CONPES 3530 “Lineamientos y Estrategias para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el Marco de la Gestión Integral de Manejo de Residuos Sólidos”<sup>11</sup> se ha planteado para la consecución de una prestación del servicio público de aseo fortalecida, en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, los siguientes objetivos específicos:

- 1) Generar un adecuado desarrollo y cumplimiento de la normatividad: Mayor coordinación entre el MAVDT, la CRA y la SSPD, para los diferentes desarrollos normativos referentes a la prestación del servicio público de aseo, generando una estructura que consolide los avances en el sector y su conocimiento general.
- 2) Ajustar las condiciones técnicas para la ejecución de los proyectos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos: Identificar mejoras técnicas y complementar las existentes para el desarrollo de esquemas planeados integralmente con cada uno de los componentes del servicio, con visión regional, que permitan contar con proyectos viables técnica y financieramente, ajustados a la normatividad.
- 3) Mejorar el desarrollo empresarial en la prestación de los componentes del servicio público de aseo: Incentivar la prestación eficiente del servicio público de aseo en sus diferentes componentes, con una visión empresarial para el desarrollo de cada una de las actividades que lo componen.
- 4) Propender por el desarrollo de esquemas financieros eficientes: Definir esquemas

---

<sup>11</sup> Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES 3530, junio 2008, “Lineamientos y Estrategias para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el Marco de la Gestión Integral de Manejo de Residuos Sólidos”

financieros que articulen las fuentes de recursos, y propicien una ejecución eficaz de las inversiones.

- 5) Promover el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento y reciclaje: Desarrollar estrategias para la implementación de equipamientos, rutas selectivas y en general acciones que impulsen desde los municipios la adopción de sistemas organizados de aprovechamiento y reciclaje viables, previa realización de estudios de factibilidad, en aquellos municipios donde la alta producción de residuos y la cercanía a las industrias que pueden reutilizar estos materiales muestran mayor viabilidad para iniciar de manera gradual esta actividad. Fomentar el desarrollo de sistemas ambientalmente sostenibles con criterios estrictos de responsabilidad social y definir lineamientos que impulsen las prácticas de responsabilidad post-consumo por parte de las industrias con el propósito de generar nuevas cadenas productivas y disminuir (y/o limitar) el volumen de residuos dispuestos en rellenos sanitarios.

Para lograr los objetivos anteriores se establece un plan de acción dentro del cual se incluye que el DNP, en coordinación con la CRA, la SSPD y el MAVDT desarrollará un estudio que defina los diferentes esquemas de regionalización de disposición final, actividad que debería haber culminado en junio de 2009.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 “Estado Comunitario: Desarrollo para todos” (Ley 1151 de 2007) establece en su artículo 91 “Planes Departamentales para el Manejo Empresarial de los Servicios de Agua y Saneamiento”, que bajo la coordinación de los departamentos se canalizaran los recursos de inversión del Gobierno Nacional para el sector de agua potable y saneamiento básico, dentro del cual se cuenta el manejo de los residuos sólidos. Así mismo, el artículo 101 creó un incentivo para los municipios que ubiquen rellenos sanitarios de carácter regional en su territorio, este artículo fue reglamentado mediante la Resolución 429 de 2007 de la CRA, estableciéndose que el valor de dicha compensación que recibe el municipio correspondiente por tonelada de disposición final equivale al 0,23% del salario mínimo legal vigente. A través de la Circular Externa 184 de 22 de agosto de 2008 la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios definió que la operadora del relleno sanitario correspondiente cobrará a la operadora de recolección de residuos sólidos dicho monto y lo pagará al municipio correspondiente.

De igual forma, la Ley 1176 de 2007 creó una bolsa independiente de agua potable y saneamiento básico en el Sistema General de Participaciones, SGP para un uso más eficiente de los recursos.

### **c. Fijación de las Tarifas de Servicios Relacionados Con Residuos Sólidos**

Los regímenes de regulación tarifaria están establecidos en la Ley 142 de 1994 y la Resolución 351 de 2005 de la CRA.

La metodología tarifaria para el servicio público domiciliario de aseo se estructura sobre los siguientes principios básicos: i) Cumplimiento de los criterios tarifarios establecidos en la

ley; ii) Desagregación de los costos por actividad principal de la prestación del servicio; iii) Incentivos a la agrupación y regionalización del servicio como alternativa eficiente; iv) Reconocimiento de las posibilidades de competencia; y v) Reconocimiento de los costos ambientales y el desarrollo de incentivos tarifarios en beneficio del medioambiente.

En relación a los incentivos medioambientales, la metodología tarifaria incorpora el aprovechamiento de los residuos y permite en forma conjunta con la Resolución CRA 352 de 2005, incentivar la separación de residuos en la fuente y la minimización de los residuos.

Con base en estos principios la CRA presenta una regulación tarifaria que se sustenta en el desarrollo de costos-techo eficientes para cinco componentes de la prestación del servicio: Comercialización y manejo del recaudo; Barrido y limpieza; Recolección y transporte de residuos; Transporte por tramo excedente (aplicable solo cuando el sitio de disposición final esté ubicado a determinada distancia de un área de servicio); y Disposición final.

El componente de comercialización busca reconocer los costos en los que se incurre por facturar, atender y hacer campañas informativas a los suscriptores. Además, se incluye un elemento relacionado con el riesgo de recaudo, el cual es relevante debido a que el sector no posee en su estructura muchos costos hundidos (a excepción del componente de disposición final) y en éste predominan los costos operativos. Por tanto, problemas en el recaudo afectan el flujo de caja y pueden poner en dificultades la suficiencia financiera de los prestadores.

El componente de barrido y limpieza refleja los costos de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, expresado en pesos por kilómetros de cuneta. El techo de este componente está estructurado teniendo en cuenta el barrido mecánico y el manual, este último siendo el más representativo de las empresas del país.

La recolección y el transporte están reconocidos a través de un techo expresado en pesos por tonelada, este último estimado por medio de un modelo de transporte en el que se optimiza el número de viajes a realizar. En este componente potencialmente se podría presentar competencia entre operadores que establezcan áreas de servicio, de modo que un mismo prestador puede tener diferentes áreas de servicio en un mismo municipio.

Si el sitio de disposición final se encuentra a más de 20 kilómetros del área de servicio los costos de transporte no se incluyen en el componente de recolección y transporte y para ello se establece un componente adicional (que no estaba presente en la metodología de la Resolución 15 de 1997) que reconoce un costo por tonelada kilómetro hasta el sitio de disposición final. Este costo es decreciente, reconociendo menos \$/tonelada-kilómetro a medida que aumenta la distancia.

El componente de disposición final está expresado como una función techo, debido a que en esta actividad existen características de costos hundidos y costos marginales decrecientes que posibilitan economías de escala. Por ello, a mayor número de toneladas dispuestas en el sitio de disposición final, menor será el costo de esta disposición. Este se constituye en un incentivo a la regionalización.

El cobro al usuario es un costo fijo (costo fijo medio de referencia CFMR) más un costo variable (costo variable medio de referencia). El costo fijo es un valor constante por la disponibilidad de servicio (incluye costos de facturación, recaudo y manejo clientela más el costo de barrido y limpiezas de vías y áreas públicas), mientras que el costo variable corresponde a un costo por consumo en función de la medición del servicio (sumatoria costo recolección y transporte, costo transporte excedente, costo de tratamiento y disposición final y un costo por manejo de recauda variable).

El régimen tarifario de este modelo está compuesto, entre otros, por las reglas relativas a los subsidios que se otorgan para que la población de menores ingresos pueda pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas. Estas reglas se aplican usando como herramienta de focalización<sup>12</sup> la estratificación socioeconómica de las viviendas. Así, dicho modelo contempla un esquema de subsidios caracterizado por: i) la asignación de recursos de subsidios a usuarios con menor capacidad de pago; ii) el cobro de contribuciones a los usuarios con mayor capacidad de pago; y iii) la determinación de un nivel de consumo básico o de subsistencia que es objeto de subsidio.

Bajo los principios de solidaridad y redistribución, las Leyes 142 y 143 de 1994 establecieron que a los usuarios de los estratos 5 y 6 y no residenciales se les aplicaría un factor de contribución no superior al 20% del valor del servicio, mientras que a los usuarios de los estratos 1, 2 y 3 se les aplicaría un factor de subsidio máximo de 50%, 40% y 15%, respectivamente, sobre el costo medio del suministro y sin exceder el valor del consumo básico. Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 dispuso que para los estratos 1 y 2, las tarifas aumentarían de acuerdo con la variación del índice de precios al consumidor IPC, haciendo flexibles los factores máximos de subsidio durante el período 2003 – 2006.

---

<sup>12</sup> Considerando las restricciones fiscales es necesario focalizar el gasto social, orientándolo al cubrimiento de las necesidades de la población de menores ingresos. Los mecanismos de focalización existentes pueden ser clasificados en dos grupos: i) de focalización geográfica o de conglomerados entre los que se encuentra la estratificación socioeconómica; y ii) de focalización individual a los hogares o individuos, como el SISBEN.

Por otra parte, con base en lo dispuesto por la Constitución Política y por la Ley 142 de 1994, se han definido las cantidades máximas a subsidiar en cada servicio, las cuales han sido denominadas “consumos básicos de subsistencia”.

Las leyes 142 de 1994, 286 de 1996, 505 de 1999, 689 de 2001, 732 de 2002, 812 de 2003 y 921 de 2004, definieron la estratificación socioeconómica como la base para la aplicación de los factores de subsidios y contribuciones en los servicios públicos domiciliarios. Esta herramienta permite clasificar los inmuebles residenciales de cada municipio en un máximo de seis estratos, donde 1 es el estrato más bajo y 6 es el más alto.

Según los lineamientos fijados por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), cada alcalde debe clasificar los inmuebles residenciales de su municipio o distrito en los 6 estratos mencionado.

#### **d. Ayuda financiera**

La fuente de recursos para ofrecer el servicio de aseo proviene básicamente de las tarifas que pagan los ciudadanos y las empresas que reciben dicho servicio. El costo administrativo para la gestión de residuos sólidos es cubierto por los propios recursos de los municipios y distritos. Sin embargo, existe un sistema de ayuda financiera del gobierno nacional.

De acuerdo con la ley L41 de 1994 está establecido un sistema para distribuir los recursos de regalías que provienen de la explotación de recursos naturales no renovables (minerales, petróleo, etc.) (Fondo Nacional de Regalías). La fuente de recursos de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) proviene principalmente de dicho fondo<sup>13</sup>.

También está establecido un sistema para asignar una parte de los ingresos de la Nación para los servicios públicos básicos tales como la educación, la salud y el agua potable (Sistema General de Participaciones), según la Ley 715 de 2001.

Existen diferentes fuentes de recursos para el otorgamiento de subsidios y el Artículo 100 de la Ley 142 de 1994 establece lo siguiente sobre el particular:

*"En los presupuestos de la Nación y de las entidades territoriales, las apropiaciones para inversión en acueducto y saneamiento básico y los subsidios se clasificarán en el gasto público social, como inversión social, para que reciban la prioridad que ordena el artículo 366 de la Constitución Política. Podrán utilizarse como fuentes de los subsidios los ingresos corrientes y de capital, las participaciones en los ingresos corrientes de la Nación, los recursos de los impuestos para tal efecto de que trata esta ley, y para los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo los recursos provenientes del 10% del impuesto predial*

<sup>13</sup> Según la entrevista con CORANTIOQUIA del departamento de Antioquia.

*unificado al que se refiere el artículo 7o. de la Ley 44 de 1990. En ningún caso se utilizarán recursos del crédito para atender subsidios. Las empresas de servicios públicos no podrán subsidiar otras empresas de servicios públicos."*

Por su parte, el Artículo 3° del Decreto 849 de 2002, establece las diferentes fuentes de recursos con las que debe contar el Fondo de Solidaridad y Redistribución de Ingresos, así:

- 1) Recursos provenientes de los aportes solidarios o sobrepagos a los usuarios residenciales de los estratos 5 y 6 y, usuarios industriales y comerciales de los servicios de acueducto y alcantarillado; y los usuarios pequeños y grandes productores en el servicio de aseo.
- 2) Recursos obtenidos de otros Fondos de Solidaridad y Redistribución de Ingresos del orden municipal, distrital, departamental y nacional
- 3) Recursos provenientes de la participación de los municipios en el Sistema General de Participaciones, tanto los correspondientes a libre inversión como los que deben destinarse al sector de que trata el artículo 78 de la Ley 715 de 2001 o las normas que la modifiquen o sustituyan.
- 4) Recursos provenientes de las regalías por concepto de explotación de recursos naturales no renovables de propiedad del Estado, de acuerdo con la Ley 141 de 1994 o las normas que la modifiquen o adicionen.
- 5) Recursos presupuestales de las entidades descentralizadas del orden nacional o territorial, de que trata el artículo 368 de la Constitución Política.
- 6) Rendimientos de los recursos, derechos y bienes aportados bajo condición por entidades oficiales o territoriales.
- 7) Rendimientos de los bienes, servicios, derechos o recursos de capital aportados por entidades oficiales o territoriales.
- 8) Otros recursos presupuestales a los que se refiere el artículo 89.8 de la Ley 142 de 1994, modificado por el artículo 2 de la Ley 632 de 2000.

Por lo tanto, es evidente que existen diversas fuentes de recursos para el otorgamiento de subsidios, todo con el fin primordial de financiar a las personas de menores ingresos para que estas puedan pagar las tarifas de los servicios públicos domiciliarios que cubran sus necesidades básicas.

Adicionalmente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (antiguo Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) y las CAR asignan una parte de sus presupuestos a proyectos municipales relacionados con el reciclaje y disposición final.

### **5.8.1.3 Leyes y decretos relacionados con la gestión de residuos sólidos:**

En relación con la política mencionada se han promulgado una serie de leyes y decretos. A continuación se muestran las principales leyes y decretos establecidos a nivel nacional, relacionadas con la gestión de residuos sólidos.

- Constitución Política de Colombia 1991: Establece la obligación y la responsabilidad de las entidades relacionadas con el medio ambiente y los servicios públicos.
- Ley 99 de 1993: Crea el Ministerio de Medio Ambiente (el predecesor del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial).

- Ley 141 de 1994: Crea el Fondo Nacional de Regalías la explotación de recursos naturales no renovables y la Comisión Nacional de Regalías.
- Ley 142 de 1994: Establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios.
- Ley 388 de 1997: Ley de desarrollo territorial.
- Decreto 1713 de 2002: Integra la gestión ambiental de residuos sólidos y servicios públicos y establece la obligación de los municipios y distritos de formular el Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).
- Ley 732 de 2002: Ley sobre la adopción y la aplicación de la estratificación socioeconómica.
- Ley 1151 de 2007: Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010: plantea la inversión en el sector de agua e higiene incluyendo el tema de residuos sólidos y la asignación de incentivos económicos al municipio que tiene área de disposición final regional en su jurisdicción.
- CONPES 3530: Establece las estrategias para fortalecer la gestión integral de residuos sólidos.

#### 5.8.1.4 Entidades relacionadas con la gestión de residuos sólidos

Existen diferentes entidades a nivel nacional, regional y local que están involucradas en la gestión de residuos sólidos. A continuación se muestra el panorama de entidades principales:



Fuente: <http://www.eclac.cl/drni/noticias/noticias/8/41958/wc01.pdf>

##### a. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

En el año 2011 y a través de la promulgación de la Ley N° 1444 se produce la escisión del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) creándose las Carteras

de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio tiene como objetivo primordial lograr, en el marco de la ley y sus competencias, formular, adoptar, dirigir, coordinar y ejecutar la política pública, planes y proyectos en materia del desarrollo territorial y urbano planificado del país, la consolidación del sistema de ciudades, con patrones de uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones de acceso y financiación de vivienda, y de prestación de los servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.

Además de las funciones definidas en la Constitución Política y en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y en las demás leyes, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio debe cumplir las siguientes funciones<sup>14</sup>:

- 1) Formular, dirigir y coordinar las políticas, planes, programas y regulaciones en materia de vivienda y financiación de vivienda, desarrollo urbano, ordenamiento territorial y uso del suelo en el marco de sus competencias, agua potable y saneamiento básico, así como los instrumentos normativos para su implementación.
- 2) Formular las políticas sobre renovación urbana, mejoramiento integral de barrios, calidad de vivienda, urbanismo y construcción de vivienda sostenible, espacio público y equipamiento.
- 3) Adoptar los instrumentos administrativos necesarios para hacer el seguimiento a las entidades públicas y privadas encargadas de la producción de vivienda.
- 4) Determinar los mecanismos e instrumentos necesarios para orientar los procesos de desarrollo urbano y territorial en el orden nacional, regional y local, aplicando los principios rectores del ordenamiento territorial.
- 5) Formular, en coordinación con las entidades y organismos competentes, la política del Sistema Urbano de Ciudades y establecer los lineamientos del proceso de urbanización.
- 6) Preparar, conjuntamente con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y otras entidades competentes, estudios y establecer determinantes y orientaciones técnicas en materia de población para ser incorporadas en los procesos de planificación, ordenamiento y desarrollo territorial.
- 7) Promover operaciones urbanas integrales que garanticen la habilitación de suelo urbanizable.
- 8) Definir esquemas para la financiación de los subsidios en los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, vinculando los recursos que establezca la normativa vigente.
- 9) Diseñar y promover programas especiales de agua potable y saneamiento básico para el sector rural, en coordinación con las entidades competentes del orden nacional y territorial.
- 10) Realizar el monitoreo de los recursos del Sistema General de Participaciones SGP para agua potable y saneamiento básico, y coordinar con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios su armonización con el proceso de certificación de distritos y municipios.
- 11) Definir criterios de viabilidad y elegibilidad de proyectos de acueducto, alcantarillado y aseo y dar viabilidad a los mismos.
- 12) Contratar el seguimiento de los proyectos de acueducto, alcantarillado y aseo que cuenten con el apoyo financiero de la Nación.

---

<sup>14</sup> Se resaltan aquellas funciones relacionadas directamente con los servicios de aseo.



- 13) Definir los requisitos técnicos que deben cumplir las obras, equipos y procedimientos que utilizan las empresas, cuando la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico haya resuelto por vía general que ese señalamiento es necesario para garantizar la calidad del servicio y que no implica restricción indebida a la competencia.
- 14) Articular las políticas de vivienda y financiación de vivienda con las de agua potable y saneamiento básico y, a su vez, armonizarlas con las políticas de ambiente, infraestructura, movilidad, salud y desarrollo rural.
- 15) Preparar, en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación, las propuestas de política sectorial para ser sometidas a consideración, discusión y aprobación del Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES.
- 16) Prestar asistencia técnica a las entidades territoriales, a las autoridades ambientales y a los prestadores de servicios públicos domiciliarios, en el marco de las competencias del sector.
- 17) Promover y orientar la incorporación del componente de gestión del riesgo en las políticas, programas y proyectos del sector, en coordinación con las entidades que hacen parte del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.
- 18) Definir las políticas de gestión de la información del Sector Administrativo de Vivienda, Ciudad y Territorio.
- 19) Orientar y dirigir, en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores, las negociaciones internacionales y los procesos de cooperación internacional, en materia de vivienda y financiación de vivienda, desarrollo urbano y territorial y agua potable y saneamiento básico.
- 20) Apoyar, dentro de su competencia, procesos asociativos entre entidades territoriales en los temas relacionados con vivienda, desarrollo urbano y territorial, agua potable y saneamiento básico.
- 21) Las demás funciones asignadas por la Constitución y la Ley.

La CRA es una entidad adscrita al Ministerio.

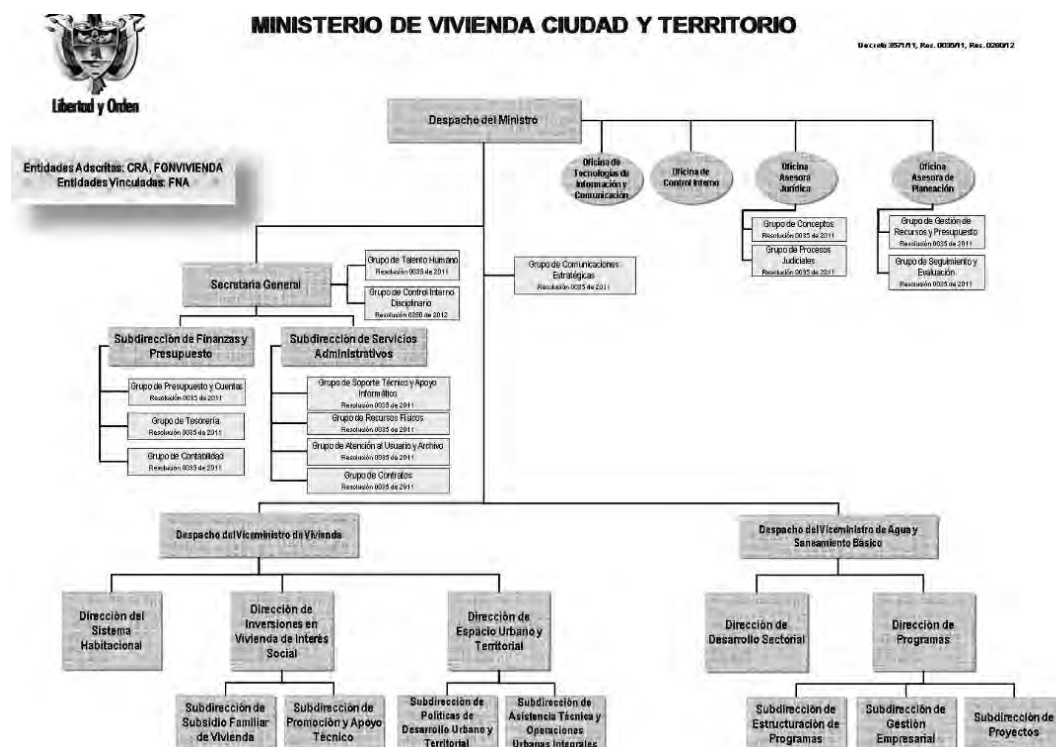


Figura 5-39: Organigrama del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Con fecha 12 de julio de 2012 y a través de la Resolución 0480 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio se crean los grupos internos de trabajo de la Dirección de Desarrollo Sectorial del Viceministro de Agua y Saneamiento Básico del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y se determinan sus funciones.

Los grupos comprenden a: Grupo de Política Sectorial, Grupo de Monitoreo del Sistema General de Participaciones de Agua Potable y Saneamiento Básico y Grupo de Desarrollo Sostenible.

Son de competencia del Grupo de Política Sectorial entre otras las siguientes funciones:

- 1) Realizar estudios y análisis sobre el comportamiento del sector de agua potable y saneamiento básico,
- 2) Apoyar la formulación, articulación y seguimiento de políticas de agua potable y saneamiento básico a nivel urbano rural,
- 3) Participar en la formulación de la política de gestión integral de residuos sólidos, en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el servicio público de aseo y aprovechamiento asociado al mismo,
- 4) Proponer mecanismos de financiación para el sector agua potable y saneamiento básico y apoyar la gestión requerida,
- 5) Elaborar los análisis que apoyen la definición de esquemas para la financiación de los subsidios en los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo vinculando los recursos que establezca la normativa vigente,
- 6) Efectuar los análisis de las propuestas de regulación del sector agua potable y saneamiento básico que se sometan a discusión y aprobación de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, y participar en las instancias de revisión,
- 7) Preparar propuestas normativas que permitan desarrollar las políticas, planes y proyectos en el sector agua potable y saneamiento básico, y apoyar el trámite respectivo,
- 8) Elaborar propuestas de gestión de información de agua potable y saneamiento básico,

El Grupo de Monitoreo del Sistema General de Participaciones de Agua Potable y Saneamiento Básico le competen las siguientes funciones:

- 1) Realizar estudios y análisis sobre el comportamiento del uso de los recursos del Sistema General de Participaciones del sector agua potable y saneamiento básico SGP-APSB y la financiación del sector, y apoyar la formulación, articulación de políticas, planes y programas en los temas de su competencia,
- 2) Preparar las propuestas y disposiciones normativas del Sistema General de Participaciones con destinación al sector agua potable y saneamiento básico en coordinación con las instancias pertinentes,
- 3) Proponer y participar en la definición y aplicación de las variables y los criterios para la distribución de los recursos del SGP-APSB, para ser sometidos a consideración de las instancias de discusión y aprobación correspondiente,

- 4) Realizar el monitoreo de los recursos del SGP-APSB, coordinar con la SSPD su armonización con el proceso de certificación de distritos y municipios y elaborar el informe anual de monitoreo para publicación y envío a la Dirección de Apoyo Fiscal del Ministerio de Hacienda y Crédito Público o la entidad competente,
- 5) Proponer los indicadores específicos y estratégicos para el monitoreo de los recursos de SGP- APSB, apoyar procesos de planeación territorial, y verificar el cumplimiento de las metas sectoriales, de acuerdo con las políticas y directrices establecidas por el ministerio,

El Grupo de Desarrollo Sostenible tiene entre otras las siguientes funciones:

- 1) Realizar estudios y análisis técnicos y económicos sobre el comportamiento de los componentes ambientales, calidad del agua y gestión de riesgo de sector agua potable y saneamiento básico y su impacto en la gestión empresarial,
- 2) Apoyar la articulación de las políticas de agua potable y saneamiento básico con las políticas ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en especial las relacionadas con la gestión integral de recursos hídricos, residuos sólidos, gestión de riesgo y cambio climático,
- 3) Formular propuestas de políticas para la incorporación de la gestión de riesgo en el sector de agua potable y saneamiento básico, apoyar el seguimiento de las mismas.

**b. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)**

La Ley 99 de 1993 crea el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables y organiza el Sistema Nacional Ambiental SINA, entre otros.

Dicha Ley crea el Ministerio como ente rector de la gestión del medio ambiente y los recursos naturales renovables. En su artículo segundo destaca dos grandes finalidades: "impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza" y "asegurar el desarrollo sostenible". Para el efecto, fija como objetivo la formulación, "junto con el Presidente de la República y garantizando la participación de la comunidad de la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, de manera que se garantice el derecho de todas la personas a gozar de un medio ambiente sano y se proteja el patrimonio natural y la soberanía de la Nación".

Al crear el Ministerio como organismo rector de la gestión ambiental, la Ley resuelve en la práctica el grave problema de la atomización de competencias, una de las principales causas de la debilidad de la gestión en este campo, que originaba además una pesada, y a menudo kafkiana, tramitología para los usuarios del sector público y del privado deseosos de cumplir con la legislación ambiental.

Así, la Ley recogió en el Ministerio las dispersas funciones que estaban en cabeza de INDERENA, el Ministerio de Salud, el Ministerio de Minas y Energía, el HIMAT,

INGEOMINAS, el Instituto Agustín Codazzi (IGAC), la Dirección Marítima y Portuaria (DIMAR), el Departamento Nacional de Planeación y las corporaciones autónomas regionales.

Con el fin de dar coherencia a la gestión, se establece como objetivo del nuevo ente el de coordinar el Sistema Nacional Ambiental (SINA) constituido por el conjunto de normas, recursos, entidades estatales y organizaciones comunitarias y no gubernamentales con responsabilidades en la materia.

Para determinar las jerarquías del SINA, se establece el siguiente orden descendente: Ministerio del Medio Ambiente, corporaciones autónomas regionales, departamentos y distritos o municipios.

Treinta y cuatro corporaciones son la máxima autoridad ambiental en las regiones; con la Ley se transforman las 18 corporaciones existentes para que se especialicen en la gestión ambiental y cumplan con las funciones que se les atribuyen en esta materia. Además, se prevé la creación de 16 nuevas corporaciones para sustituir al INDERENA en el área de su jurisdicción (aproximadamente 65%) y el establecimiento de instituciones ambientales en las cuatro principales ciudades del país, que cumplirán dentro del perímetro urbano las funciones asignadas a las corporaciones. Estas últimas comparten con las entidades territoriales la responsabilidad de ejecutar las políticas, programas, planes y proyectos definidos por el Ministerio.

En el año 2002 pasa a llamarse Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial incorporando a sus funciones las de vivienda y desarrollo Territorial. En el año 2011 se promulga la Ley 1444 donde se separaron nuevamente en dos carteras las funciones de Medio Ambiente y Vivienda, pasando a llamarse Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Actualmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sigue siendo el rector de la gestión del ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de orientar y regular el ordenamiento ambiental del territorio y de definir las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente de la nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible, sin perjuicio de las funciones asignadas a otros sectores.

Tiene la responsabilidad de formular junto con el Presidente de la República la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, de manera que se garantice el derecho

de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano y se proteja el patrimonio natural y la soberanía de la Nación.

Corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dirigir el Sistema Nacional Ambiental SINA, organizado de conformidad con la Ley 99 de 1993, para asegurar la adopción y ejecución de las políticas, planes, programas y proyectos respectivos, en orden a garantizar el cumplimiento de los deberes y derechos del Estado y de los particulares en relación con el ambiente y el patrimonio natural de la Nación.

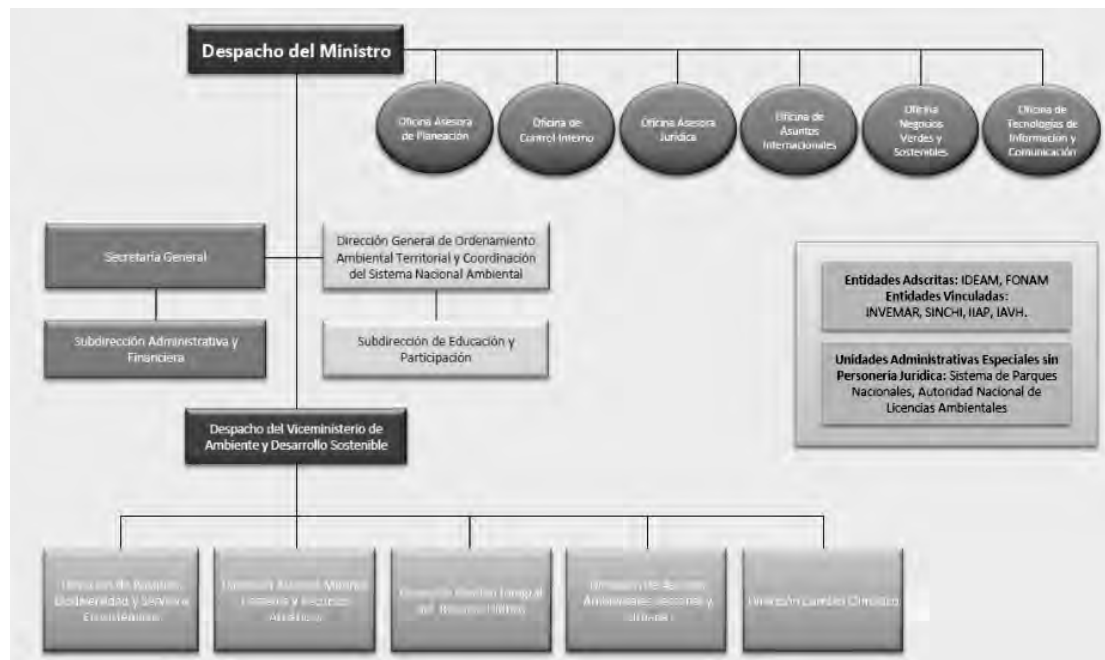


Figura 5-40: Organigrama del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Además de las funciones determinadas en la Constitución Política y en el artículo 59 de la Ley 489 de 1998 y las demás leyes, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tiene entre otras las siguientes funciones:

- 1) Diseñar y formular la política nacional en relación con el ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar su conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del ambiente.
- 2) Diseñar y regular las políticas públicas y las condiciones generales para el saneamiento del ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural, en todos los sectores económicos y productivos.
- 3) Apoyar a los demás Ministerios y entidades estatales, en la formulación de las políticas públicas, de competencia de los mismos, que tengan implicaciones de

carácter ambiental y desarrollo sostenible. Y establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en esta formulación de las políticas sectoriales.

- 4) Participar con el Ministerio de Relaciones Exteriores en la formulación de la política internacional en materia ambiental y definir con éste los instrumentos y procedimientos de cooperación, y representar al Gobierno Nacional en la ejecución de tratados y convenios internacionales sobre ambiente recursos naturales renovables y desarrollo sostenible."
- 5) Orientar, en coordinación con el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres, las acciones tendientes a prevenir el riesgo ecológico.
- 6) Preparar, con la asesoría del Departamento Nacional de Planeación, los planes, programas y proyectos que en materia ambiental, o en relación con los recursos naturales renovables y el ordenamiento ambiental del territorio, deban incorporarse a los proyectos del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Inversiones que el Gobierno someta a consideración del Congreso de la República.
- 7) Evaluar los alcances y efectos económicos de los factores ambientales, su incorporación al valor de mercado de bienes y servicios y su impacto sobre el desarrollo de la economía nacional y su sector externo; su costo en los proyectos de mediana y grande infraestructura, así como el costo económico del deterioro y de la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales renovables.
- 8) Ejercer la inspección y vigilancia sobre las Corporaciones Autónomas Regionales, y ejercer discrecional y selectivamente, cuando las circunstancias lo ameriten, sobre los asuntos asignados a estas corporaciones la evaluación y control preventivo, actual o posterior, de los efectos del deterioro ambiental que puedan presentarse por la ejecución de actividades o proyectos de desarrollo, así como por la exploración, explotación, transporte, beneficio y utilización de los recursos naturales renovables y no renovables, y ordenar al organismo nacional competente para la expedición de licencias ambientales a cargo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la suspensión de los trabajos o actividades cuando a ello hubiese lugar.
- 9) Establecer el Sistema de Información Ambiental, organizar el inventario de la biodiversidad y de los recursos genéticos nacionales; y administrar el Fondo Nacional Ambiental (FONAM) y sus subcuentas.
- 10) Diseñar y formular la política, planes, programas Y proyectos, y establecer los criterios, directrices, orientaciones y lineamientos en materia de áreas protegidas, y formular la política en materia del Sistema de Parques Nacionales Naturales.
- 11) Reservar y alinderar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales Naturales; declarar, reservar, alinderar, realinderar, sustraer, integrar o recategorizar las áreas de reserva forestal nacionales, reglamentar su uso y funcionamiento; y declarar y sustraer Distritos Nacionales de Manejo Integrado. Las corporaciones autónomas regionales en desarrollo de su competencia de administrar las reservas forestales nacionales, de conformidad con lo dispuesto en el artículo 31 de la Ley 99 de 1993, realizarán los estudios técnicos, ambientales y socioeconómicos para los fines previstos en el presente numeral, con base en los lineamientos establecidos por este Ministerio
- 12) Constituir con otras personas jurídicas de derecho público o privado, asociaciones, fundaciones o entidades para la conservación, manejo, administración y gestión de la biodiversidad, promoción y comercialización de bienes y servicios ambientales, velando por la protección del patrimonio natural del país.

### c. Departamento Nacional de Planeación (DNP)

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) es un Departamento Administrativo que pertenece a la Rama Ejecutiva del poder público y depende directamente de la Presidencia de la República. Los departamentos administrativos son entidades de carácter técnico encargadas de dirigir, coordinar un servicio y otorgar al Gobierno la información adecuada para la toma de decisiones. Tienen la misma categoría de los Ministerios, pero no tienen iniciativa legislativa<sup>15</sup>.

El DNP Coordina la formulación del Plan Nacional de Desarrollo y coordina su ejecución, realiza el seguimiento y la evaluación de gestión y resultados del mismo.



Figura 5-41: Organigrama Departamento Nacional de Planeación

También tiene función del organismo técnico del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), propone políticas y planes a dicho Consejo para obtener su evaluación. Por ejemplo, cuando el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible quiere realizar un proyecto de inversión relacionado con la gestión de residuos sólidos, debe elaborar el plan en coordinación con el DNP y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el proyecto se presenta al CONPES a través del DNP para obtener su aprobación.

<sup>15</sup> Fuente: [www.dnp.gov.co](http://www.dnp.gov.co)

**d. Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES)**

El Consejo Nacional de Política Económica y Social fue creado por la Ley 19 de 1958. Se encarga del análisis y aprobación de políticas nacionales, planes y proyectos que se relacionan con el desarrollo económico y social del país. Los miembros del CONPES están establecidos mediante el Decreto 2148 de 2009 (permanentes, no permanentes, invitados y otros asistentes). El CONPES y el CONPES Social actúan bajo la dirección del Presidente de la República y lo componen como miembros permanentes con derecho a voz y voto, el Vicepresidente de la República, todos los Ministros, el Director del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República, el Director del Departamento Nacional de Planeación, y el Director del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación ( Colciencias).

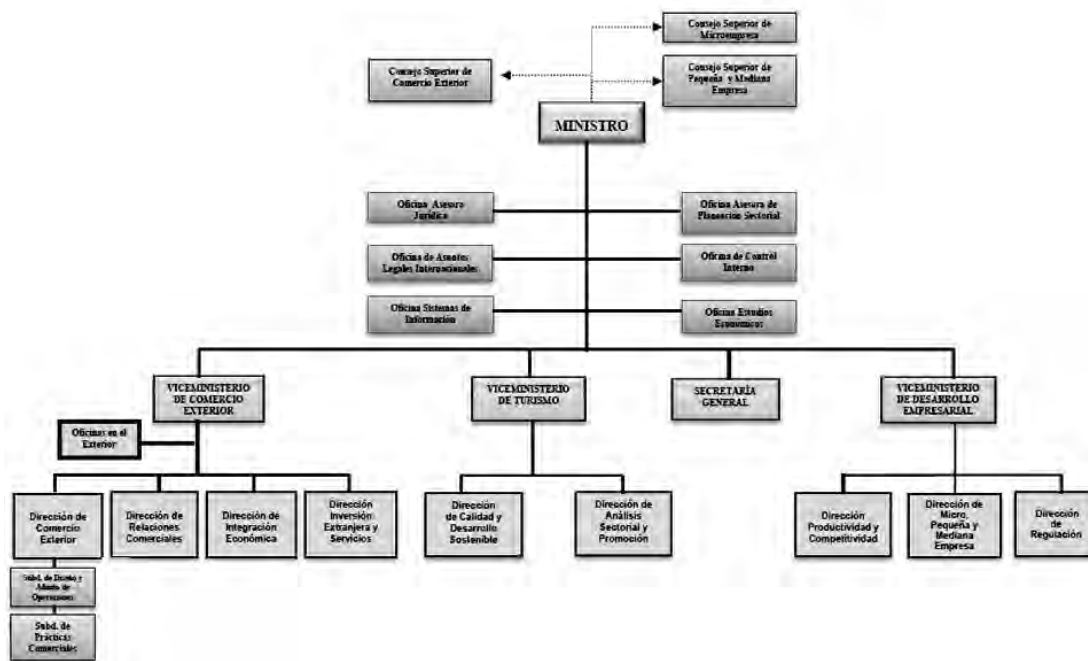


Figura 5-42: Organigrama Consejo Nacional de Política Económica y Social

Como se ha mencionado en la sección del DNP, las políticas y los planes nacionales relacionados con la gestión de residuos sólidos deben ser aprobados en este Consejo.

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

La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) es una Unidad Administrativa Especial, con autonomía administrativa, técnica y patrimonial, adscrita al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y tiene como propósito fundamental regular monopolios, promover la competencia, impulsar la sostenibilidad del sector Agua Potable y



Saneamiento Básico, evitando abusos de posición dominante, garantizando la prestación de servicios de calidad, con tarifas razonables y amplia cobertura.

Este propósito se logra mediante el desarrollo regulatorio que involucra la participación de los usuarios y prestadores y brindando asesoría regulatoria clara, completa y oportuna; con principios y valores compartidos, con personal de alta capacidad técnica, empoderado, que trabaja en procesos eficaces que aseguran la calidad del ejercicio regulatorio, soportados en sistemas de información eficientes y tecnología de punta.

Esta Comisión está conformada por el Ministro de Vivienda, Ciudad y Territorio, el Ministerio de la Salud y Protección Social, el Director del Departamento Nacional de Planeación DNP, expertos comisionados y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Los expertos comisionados son elegidos por el Presidente de la República por un período de 4 años. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios tiene voz pero no tiene voto<sup>16</sup>.

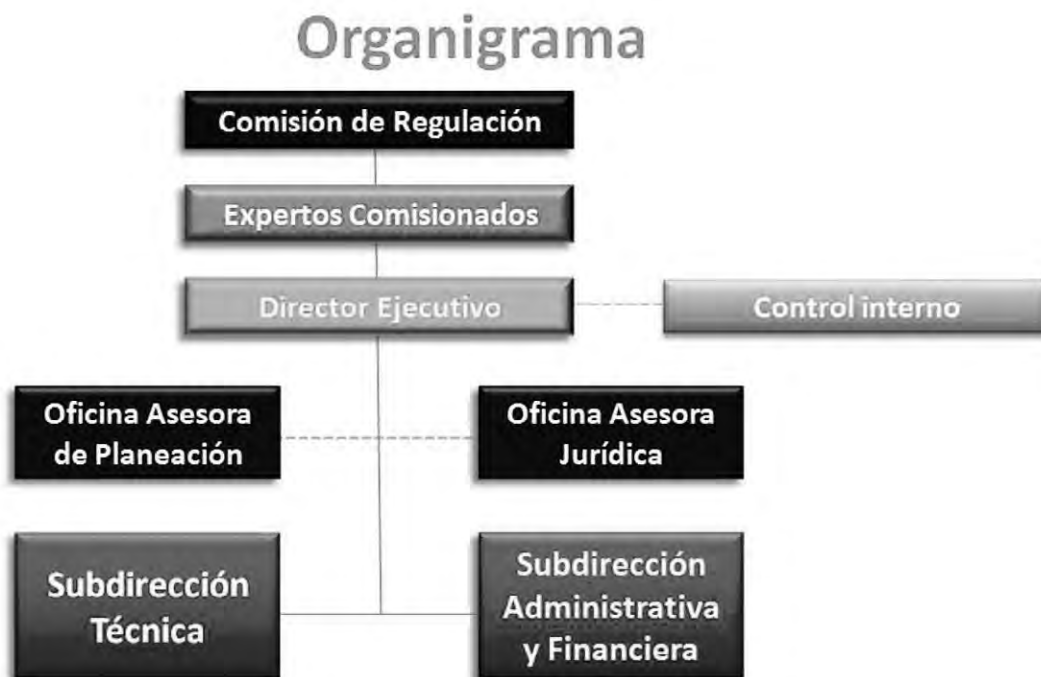


Figura 5-43: Organigrama de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y Desarrollo Sostenible

**f. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD)**

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios es un organismo del gobierno creada por la Constitución Política de 1991 y ejerce el control, la inspección y la vigilancia de

las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, tales como la energía, el gas, el acueducto y alcantarillado y el aseo<sup>17</sup>.

De acuerdo con la Constitución y la Ley 142 de 1994, la Superintendencia hizo una intervención a una empresa prestadora del servicio de aseo del Municipio de Cali en el año 2005. La empresa intervenida presentaba serios problemas en cuanto a la ejecución de los servicios, tales como incumplimiento de las frecuencias de recolección, mal estado de la flota de camiones de recolección, inadecuada operación del relleno sanitario y además un precario estado financiero. Ante esta situación la Superintendencia desempeñó un papel principal a través de la promoción de participación de nuevas empresas en el servicio de recolección y la operación del relleno sanitario y la aplicación de medidas para mejorar el estado financiero de dicha empresa<sup>18</sup>.

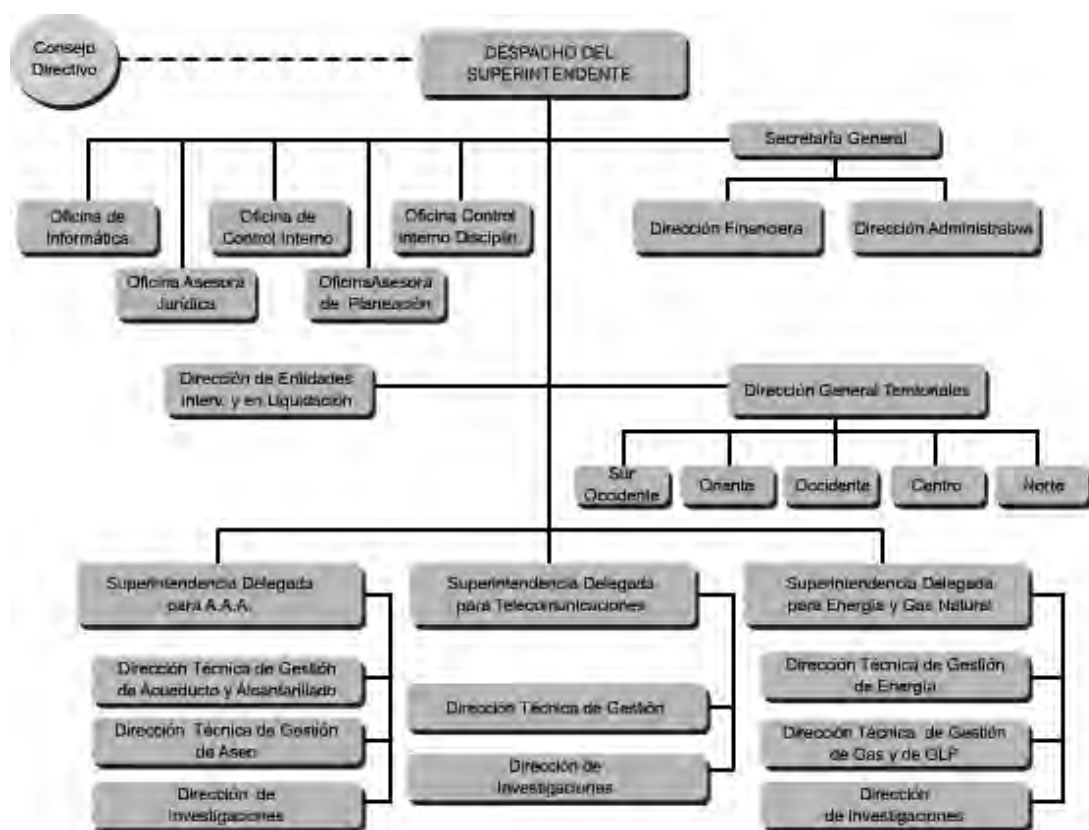


Figura 5-44: Organigrama de Superintendencia de Servicios Públicos

Son funciones de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios las siguientes:

- 1) Establecer los sistemas de información y contabilidad que deben aplicar los

<sup>16</sup> Fuente: [www.cra.gov.co](http://www.cra.gov.co)

<sup>17</sup> Fuente: [www.superservicios.gov.co](http://www.superservicios.gov.co)

<sup>18</sup> Eva María Uribe, Superintendente de Servicio Públicos, 2010, “Aseo Público, Disposición de Residuos y Reciclaje: la experiencia de la ciudad de Cali,” Memoria No.5 de Asociación Colombiana de Ex becarios de Japón

prestadores de servicios públicos domiciliarios. Definir la información que las empresas deben proporcionar sin costo al público y señalar los valores que deben pagar las personas por la información especial que pidan a las empresas de servicios públicos, si no hay acuerdo entre el solicitante y la empresa.

- 2) Atender los recursos de apelación que en subsidio interpongan suscriptores y usuarios, una vez se haya resuelto el recurso de reposición ante el prestador del servicio. Resuelve las apelaciones contra lo decidido por los Personeros Municipales, por impugnaciones contra la elección de vocales de control. Resuelve en segunda instancia los recursos de reposición que interpongan los usuarios, en materia de estratificación.
- 3) Apoyar a los usuarios y proporcionar la orientación y el apoyo técnico necesarios para la promoción de la participación de la comunidad en las tareas de vigilancia y control. Apoyar las tareas de los Comités de Desarrollo y Control Social y proporcionar los instrumentos básicos de información y capacitación para los vocales de control.
- 4) Certificar que la estratificación ha sido correcta, cuando se trate de otorgar subsidios con los recursos nacionales y a exigencia de la nación, para ello se basa en los resultados de las estratificaciones enviadas por los municipios y distritos del país, en sus áreas urbana, centros poblados y rurales.
- 5) Sancionar a las entidades encargadas de prestar servicios públicos domiciliarios cuando no cumplen las normas a que están obligadas. Las sanciones que la Superintendencia puede imponer son: Amonestación. Multas hasta por 2000 salarios mínimos mensuales. Suspender actividades y cierre de los inmuebles que se utilicen para desarrollar las actividades objeto de la sanción. Separar a los administradores o empleados y prohibirles trabajar en empresas similares hasta por 10 años. Solicitar a las autoridades decretar la caducidad de los contratos celebrados por la entidad o la cancelación de licencias. Prohibir la prestación de servicios públicos domiciliarios hasta por 10 años. Ordenar la separación de los gerentes y/o los miembros de las juntas directivas. Tomar Posesión de las empresas de servicios públicos para administrarlas o liquidarlas.
- 6) Publicar las evaluaciones de gestión realizadas a los prestadores y proporciona la información pertinente a quien la solicite. Dar conceptos a las Comisiones de Regulación y Ministerios que así lo requieran en relación con los servicios públicos domiciliarios.
- 7) Velar por que las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios cumplan con la Ley 142 de 1.994, con sus normas reglamentarias y las que expidan las Comisiones de Regulación, que se cumplan los contratos de condiciones uniformes celebradas entre las empresas de servicios públicos y los usuarios, que los subsidios se destinen a las personas de menores ingresos, que las Empresas de Servicios Públicos cumplan con los indicadores de gestión señalados por las Comisiones de Regulación y que las obras, equipos y procedimientos cumplan con los requisitos técnicos señalados por los Ministerios.

**g. Autoridades Ambientales (CAR, CDS, AAU)**

Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) creadas por la Ley 99 de 1993, son entes corporativos de carácter público, creados por la Ley, integrados por las entidades territoriales que por sus características constituyen geográficamente un mismo ecosistema o conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica, dotados de autonomía

administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, encargadas por la Ley de administrar dentro del área de su jurisdicción, el medio ambiente y los recursos naturales renovables y propender por su desarrollo sostenible, de conformidad con las disposiciones legales y las políticas del Ministerio del Medio Ambiente.

Las Corporaciones Autónomas Regionales para el Desarrollo Sostenible (CDS), además de las funciones propias de las corporaciones autónomas regionales, tienen como encargo principal promover el conocimiento de los recursos naturales renovables y del medio ambiente de la jurisdicción, ejercer actividades de promoción e investigación científica y transferencia de tecnología, dirigir el proceso de planificación regional de uso del suelo para mitigar o desactivar explotaciones inadecuadas del territorio entre otras.

Corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) de acuerdo con las funciones establecidas en la Ley 99 de 1993, el dirigir y coordinar los procesos de planificación y ejecución armónica de las actividades de las entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y entre ellas, de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y de Desarrollo Sostenible (CDS). Además es competencia del MADS a través de la oficina asesora de Planeación consolidar los informes de gestión y avance de ejecución de los Planes de Acción Trienal (PAT) que elaboran las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CAR). Esta información es presentada en una Evaluación Integral de Gestión de las CAR. En la evaluación integral se analiza, resume y compara los resultados de todas las 26 CARs de Colombia con el propósito de observar los avances en la ejecución física y financiera de los programas y proyectos de los Planes de Acción Trienal (PAT) y de los Planes de Gestión Ambiental Regional (PGAR). También permite observar la ejecución financiera y presupuestal general de las CAR.

### Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)

AM	Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CARDER	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
CARDIQUE	Corporación Autónoma Regional del Canal Del Dique
CARSUCRE	Corporación Autónoma Regional de Sucre
CAS	Corporación Autónoma Regional de Santander
CDMB	Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga
CORANTIOQUIA	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
CORNARE	Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare
CORPAMAG	Corporación Autónoma Regional del Magdalena
CORPOBOYACA	Corporación Autónoma Regional de Boyacá
CORPOCALDAS	Corporación Autónoma Regional de Caldas
CORPOCESAR	Corporación Autónoma Regional del Cesar
CORPOCHIVOR	Corporación Autónoma Regional de Chivor

CORPOGUAJIRA	Corporación Autónoma Regional de La Guajira
CORPOGUAVIO	Corporación Autónoma Regional del Guavio
CORPONARIÑO	Corporación Autónoma Regional de Nariño
CORPONOR	Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental
CORPORINOQUIA	Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia
CORTOLIMA	Corporación Autónoma Regional del Tolima
CRA	Corporación Autónoma Regional del Atlántico
CRC	Corporación Autónoma Regional del Cauca
CRQ	Corporación Autónoma Regional del Quindío
CSB	Corporación Autónoma Regional del Sur de Bolívar
CVC	Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca
CVS	Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge

#### Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible (CDS)

DA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Norte y el Oriente Amazónico
CODECHOCO	Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó
CORALINA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
CORMACARENA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial de La Macarena
CORPOAMAZONIA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Sur de la Amazonia
CORPOMOJANA	Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y El San Jorge
CORPOURABA	Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá

Las Autoridades Ambientales Urbanas (AAU) son organismos que se pueden establecer en las ciudades cuya población urbana sea igual o superior a un millón de habitantes y tienen las mismas funciones que las CAR. Sin embargo, su jurisdicción se limita en la zona urbana. Las AAU se encuentran en 6 entidades territoriales (entre municipios y distritos) en el país; Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena y Santa Marta.

Las funciones importantes de estas entidades mencionadas que se relacionan con la gestión de residuos sólidos son la emisión de licencia ambiental para el relleno sanitario y su posterior monitoreo. En general, los rellenos sanitarios no se emplazan en la zona urbana, por lo tanto corresponde a CAR o CDS la competencia sobre estos. Por otro lado, las AAU atienden temas como problemas de residuos urbanos como el abandono ilegal, la promoción del reciclaje y el manejo de residuos peligrosos, en coordinación con la entidad territorial correspondiente.

### **h. Entidades Territoriales (Municipios y Distritos)**

El Decreto Ley 2811 de 1974 “Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente” estableció que los municipios y distritos tienen la responsabilidad de estructurar un esquema adecuado de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. En la Ley 142 de 1994 establece además que el suministro de servicio de aseo adecuado es de responsabilidad de los municipios y distritos.

Con base en estas leyes, los municipios y distritos ofrecen el servicio de aseo, directamente o a través de la contratación de empresas prestadoras de dicho servicio.

### **i. Sistema Nacional Ambiental (SINA)**

La ley 99 de 1993 creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), que se define como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la Ley 99 de 1993.

El SINA está integrado por el Ministerio del Medio Ambiente, Departamento Nacional de Planeación (DNP), las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CSD), Autoridades Ambientales Urbanas (AAU) y los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio. El Consejo Nacional Ambiental tiene el propósito de asegurar la coordinación intersectorial en el ámbito público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables<sup>19</sup>.

La Ley 99 de 1993 también crea los Institutos de Investigación adscritos y vinculados al Ministerio del Medio Ambiente, como órganos de carácter técnico asesor para el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Los cuatro institutos creados son:

- 1) El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), cuyo objetivo es obtener, analizar, estudiar, procesar y divulgar la información relativa al medio ambiente físico.
- 2) El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis (INVEMAR) realiza investigación sobre los recursos naturales renovables y el medio ambiente en ecosistemas marinos y costeros.
- 3) El Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI) realiza investigaciones biológicas y sociales de la región amazónica.
- 4) El Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) realiza investigaciones sobre el medio ambiente del Litoral Pacífico.

La Contraloría General de la República, a través de la Contraloría Delegada para Medio Ambiente, garantiza el ejercicio y ejecución de las funciones y las responsabilidades

---

<sup>19</sup> Fuente: <http://www.humboldt.org.co>

misionales definidas en la Constitución Política y la ley a cargo de la Contraloría General de la República en este ámbito de competencia, apoya en forma directa e inmediata el ejercicio de las facultades constitucionales y legales atribuidas al Contralor General de la República y concurre en la conducción y orientación técnica y de políticas de la entidad.

## **5.8.2 Sistema Legal e Institución a Nivel Distrital**

### **5.8.2.1 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.**

#### **a. Gobierno**

La Constitución de 1991 organizó a Bogotá como Distrito Capital unitario y descentralizado gozando de autonomía para realizar la gestión de las entidades territoriales e intereses de acuerdo con lo señalado en los artículos 322,323 y 324 de la Carta Magna<sup>20</sup>.

Además de ser la Capital de la República y del Departamento de Cundinamarca está contemplada dentro de la Constitución Política Colombiana como el único Distrito Capital que junto con los 32 departamentos, conforman un total de 33 unidades administrativas diferentes e independientes entre sí. A la Capital le corresponde la acción de sus propias facultades como: la prestación de servicios de salud, educación, servicios públicos, la administración de sus recursos, el desarrollo de infraestructura y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes.

El gobierno y la administración del Distrito Capital están a cargo de: El Concejo de Bogotá, el Alcalde Mayor, las Juntas Administradoras Locales, los Alcaldes y autoridades locales, así como las entidades que el Concejo a iniciativa del Alcalde Mayor cree y organice.

El Alcalde Mayor de Bogotá, D.C. es la máxima autoridad administrativa y política del Distrito Capital, representando legal, judicial y extrajudicialmente al Distrito Capital. Es considerado el segundo cargo más importante del país, después del Presidente de la República. El cargo es elegido democráticamente por un periodo de cuatro años. Además cada una de las localidades tiene un Alcalde Local, nombrado por el Alcalde Mayor del Distrito y bajo la supervisión de este, quienes se encargan de coordinar la acción administrativa del gobierno distrital en la localidad.

El Concejo de Bogotá es la suprema autoridad del Distrito Capital, es autónomo en materia administrativa, presupuestal y financiera. Como suprema autoridad en materia administrativa, ejerce el control político a la administración Distrital y expide normas para promover el desarrollo integral de la ciudad y sus habitantes, en cumplimiento de los fines esenciales del Estado social de derecho, a través de una organización administrativa autónoma, eficiente y

---

<sup>20</sup> Fuente: [www.bogota.gov.co](http://www.bogota.gov.co)

moderna y de una cultura de autocontrol, además vigila y controla la efectividad de la gestión de las instituciones y autoridades distritales, de conformidad con los principios, derechos y deberes consagrados en la Constitución Política, la ley y los acuerdos.

Posee atribuciones legislativas (aunque de su seno se emiten "acuerdos", no leyes). Se encuentra compuesto por 45 concejales representativos de las veinte localidades, los cuales son elegidos democráticamente cada cuatro años.

El poder judicial en la ciudad se encuentra conformado por diferentes jueces y magistrados. Por ser la capital del país se pueden encontrar todas las jerarquías jurisdiccionales, como son a nivel nacional: La Corte Suprema de Justicia, El Consejo de Estado, La Corte Constitucional y el Consejo Superior de la Judicatura; a nivel distrital el Tribunal Superior de Bogotá con sus distintas Salas de Decisión, el cual está compuesto por 9 miembros y dividido en cuatro salas, las cuales sesionan cada una con tres Magistrados de la siguiente manera: Sala de decisión Civil, Agraria y de Familia, Sala de decisión Laboral, Sala de decisión Penal y Sala de decisión Administrativa. Finalmente en el nivel básico se encuentran los Juzgados de Circuito y los Municipales en sus distintas especialidades (Civil, Penal, Laboral, etc.).<sup>21</sup>

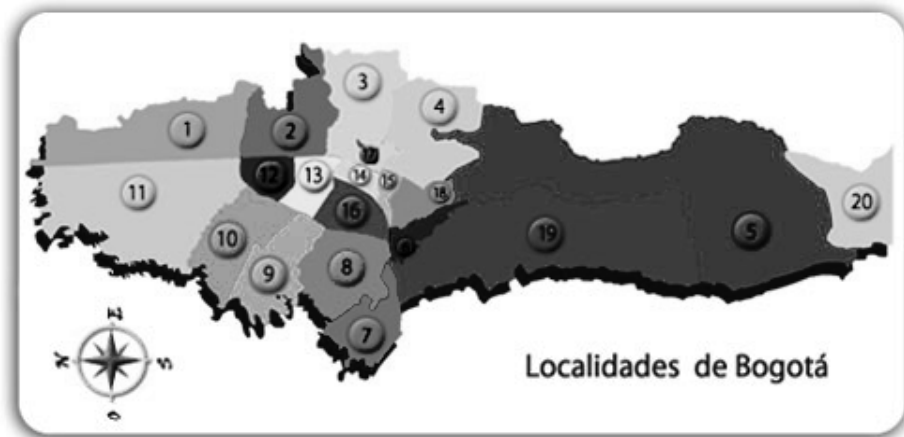
El Distrito Capital de Bogotá se subdivide en 20 localidades y en estas se agrupan más de 1.200 barrios que hay en el casco urbano de Bogotá. Salvo la localidad de Sumapaz que es área rural, las demás localidades se consideran parte del territorio urbano. Las localidades se subdividen a su vez en Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ), y estas agrupan varios barrios y en la parte rural, veredas.

Cada localidad cuenta con una Junta Administradora Local (JAL), integrada por no menos de siete ni más de once miembros, elegidos por votación popular para un período de cuatro años que deberán coincidir con el período del Concejo Distrital.

---

<sup>21</sup> Fuente: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)





- |                         |                      |                           |                               |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|
| 1. <u>Usaquén</u>       | 6. <u>Tunjuelito</u> | 11. <u>Suba</u>           | 16. <u>Puente Aranda</u>      |
| 2. <u>Chapinero</u>     | 7. <u>Bosa</u>       | 12. <u>Barrios Unidos</u> | 17. <u>Candelaria</u>         |
| 3. <u>Santa Fe</u>      | 8. <u>Kennedy</u>    | 13. <u>Teusaquillo</u>    | 18. <u>Rafael Uribe Uribe</u> |
| 4. <u>San Cristobal</u> | 9. <u>Fontibón</u>   | 14. <u>Los Mártires</u>   | 19. <u>Ciudad Bolívar</u>     |
| 5. <u>Usme</u>          | 10. <u>Engativá</u>  | 15. <u>Antonio Nariño</u> | 20. <u>Sumapaz</u>            |

Figura 5-45: Localidades de Distrito Capital<sup>22</sup>

Una JAL cumple funciones concernientes con los planes y programas distritales de desarrollo económico y social de obras públicas, vigilancia y control a la prestación de los servicios públicos en su localidad y las inversiones que se realicen con los recursos del Distrito Capital, además de lo concerniente a la distribución de las partidas globales que les asigne el presupuesto distrital y, en general, velar por el cumplimiento de sus decisiones, recomendar la adopción de determinadas medidas por las autoridades del Distrito Capital y promover la participación ciudadana. La importancia de la Juntas Administradoras Locales reside en ser un órgano de composición popular que garantiza la participación de la comunidad principalmente en lo que respecta a la aprobación de la inversión de los recursos, procurando más transparencia en el proceso y una adecuada canalización de los recursos hacia la satisfacción de necesidades que aquejan a cada localidad y atendiendo los problemas comunitarios en busca de posibles soluciones.

#### **b. Administración**

La Administración Distrital está conformada por 12 sectores, los cuales cuentan con entidades adscritas o vinculadas. Los doce sectores son; el Sector Gestión Pública compuesto por la Secretaría General y El Departamento Administrativo del Servicio Civil (DASC); el Sector Gobierno compuesto por la Secretaría de Gobierno, el Departamento Administrativo

<sup>22</sup> Fuente: [www.bogota.gov.co](http://www.bogota.gov.co)

de la Defensoría del Espacio Público (DADEP) y la Unidad Administrativa Especial Cuerpo Oficial de Bomberos; y los Sectores Hacienda, Planeación, Desarrollo Económico, Educación, Salud, Integración Social, Cultura Recreación y Deporte, Ambiente, Movilidad y Hábitat.

Las entidades adscritas son: el Instituto Distrital de la Participación y Acción Comunal; Fondo de Prevención y Atención Emergencias (FOPAE); Fondo de Vigilancia y Seguridad (FVS); Unidad Administrativa Especial Catastro Distrital; Fondo de Prestaciones Económicas, Cesantías y Pensiones (FONCEP); Instituto para la Economía Social (IPES); Instituto Distrital de Turismo (IDT); Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico (IDEP).

También son entidades adscritas el Fondo Financiero Distrital de Salud (FFDS); 22 Hospitales; Instituto para la Protección de la Niñez y la Juventud (IDIPRON); Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD); Orquesta Filarmónica de Bogotá; Instituto Distrital de Patrimonio Cultural (IDPC); Fundación Gilberto Álzate Avendaño; Instituto Distrital de las Artes; Jardín Botánico José Celestino Mutis; Instituto de Desarrollo Urbano (IDU); Unidad Administrativa Especial de Rehabilitación y Mantenimiento Vial; Caja de Vivienda Popular y la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.

Por otra parte, encontramos las entidades vinculadas dentro de las cuales están: la Lotería de Bogotá; la Corporación para el Desarrollo y la Productividad Bogotá Región; la Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Capital Salud EPS-S; Canal Capital; Transmilenio S.A.; Terminal de Transportes S.A.; Empresa de Renovación Urbana (ERU); Metrovivienda; Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB); Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá (ETB); y la Empresa de Energía de Bogotá (EEB).

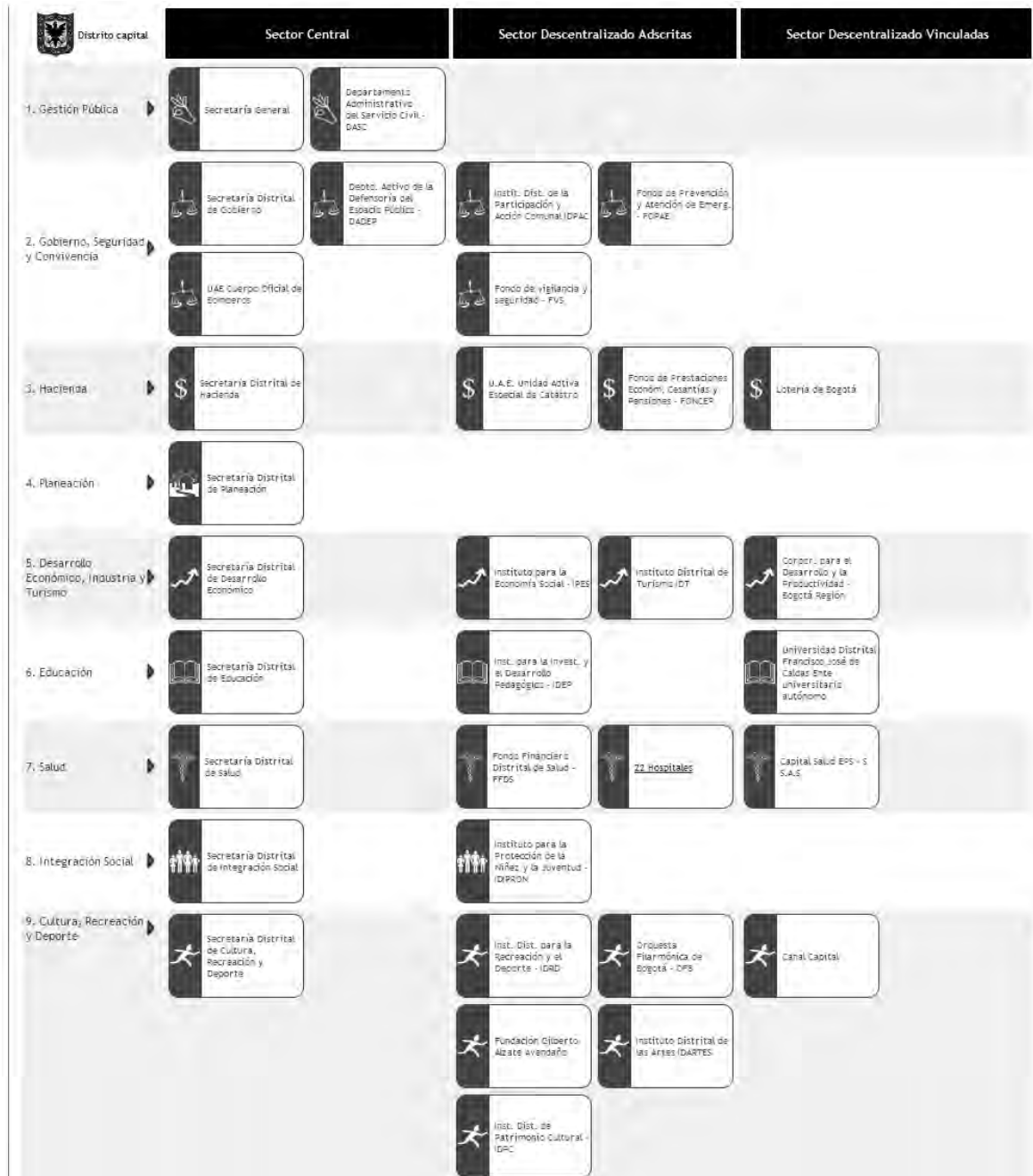


Figura 5-46: Organigrama Distrital (a)

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

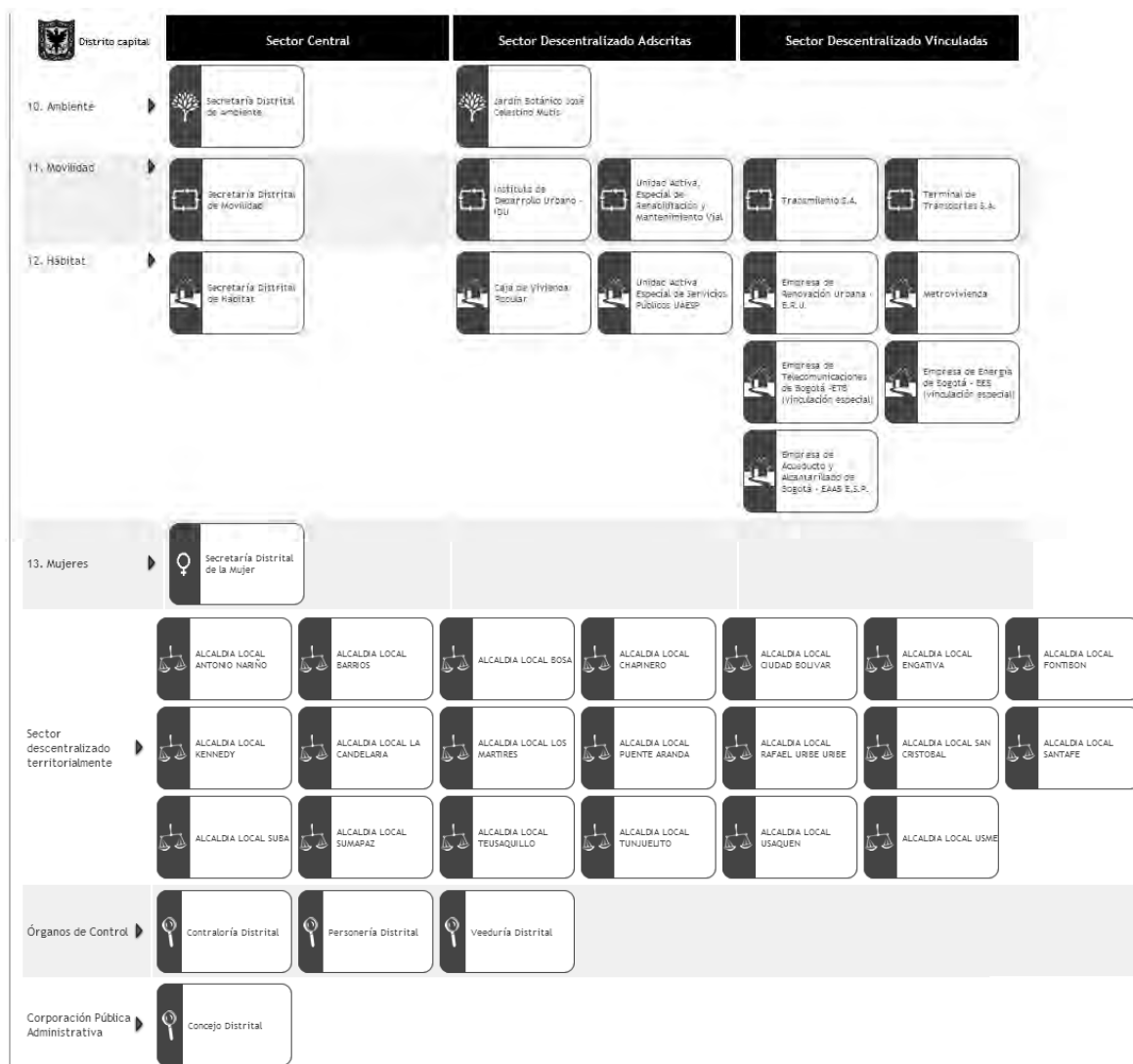


Figura 5-47: Organigrama Distrital (b)

### b.1 Secretaría Distrital de Planeación

El Sector Planeación tiene la misión de responder por las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital para la construcción de una ciudad equitativa, sostenible y competitiva, garantizar el crecimiento ordenado del Distrito Capital, el mejor aprovechamiento del territorio en la ciudad, en las áreas rurales y en la región, y la equidad e igualdad de oportunidades para los habitantes del Distrito Capital, en beneficio especialmente de grupos de población etario, étnico, de género y en condiciones de discapacidad.

Según el Decreto 257 de 2006 del Concejo de Bogotá, por el cual se dictan normas básicas sobre la estructura, organización y funcionamiento de los organismos y de las entidades de Bogotá, D.C., específicamente en el Artículo 73 se establece que la Secretaría Distrital de Planeación es un organismo del Sector Central con autonomía administrativa y financiera que

tiene por objeto orientar y liderar la formulación y seguimiento de las políticas y la planeación territorial, económica, social y ambiental del Distrito Capital, conjuntamente con los demás sectores.

Además de las atribuciones generales establecidas en el citado decreto, la Secretaría Distrital de Planeación tiene las siguientes funciones básicas:

- 1) Formular, orientar y coordinar las políticas de planeación del desarrollo territorial, económico, social y cultural, garantizando el equilibrio ambiental del Distrito Capital.
- 2) Coordinar la elaboración, ejecución y seguimiento del Plan de Desarrollo Económico, Social y de Obras Públicas del Distrito Capital y de los planes de desarrollo local.
- 3) ***Coordinar la elaboración, reglamentación, ejecución y evaluación del Plan de Ordenamiento Territorial.***<sup>23</sup>
- 4) Adelantar las funciones de regulación del uso del suelo, de conformidad con la normativa que expida el Concejo Distrital y en concordancia con la normatividad nacional.
- 5) Recopilar, proveer y consolidar la información, las estadísticas, los modelos y los indicadores económicos, sociales, culturales, ambientales, territoriales, de productividad y de competitividad, para la toma de decisiones de la Administración Distrital y que permita la promoción nacional e internacional del Distrito Capital.
- 6) Asesorar a la Administración Distrital en la formulación de planes, y proponer criterios de priorización de recursos para la asignación del gasto público a las localidades.
- 7) Liderar conjuntamente con la Secretaría de Desarrollo Económico, la articulación del Distrito Capital con el ámbito regional para la formulación de políticas y planes de desarrollo conjuntos, procurando un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y de medio ambiente inherentes a la región.
- 8) Coordinar la articulación del Distrito Capital con el ámbito regional para la formulación de políticas y planes de desarrollo conjuntos.
- 9) Coordinar la formulación, ejecución y seguimiento de operaciones estratégicas de la ciudad.
- 10) Coordinar la formulación, ejecución y seguimiento de las políticas y planes de desarrollo urbano y rural del Distrito Capital.
- 11) Formular y orientar la política de ciencia, tecnología e innovación del Distrito Capital, en coordinación con los Sectores de Desarrollo Económico y Educación.
- 12) Formular y orientar las políticas públicas en equidad e igualdad de oportunidades para los habitantes del Distrito Capital y en especial para las mujeres y las poblaciones que han sido discriminadas por razón de edad, etnia, género y discapacidad visual, auditiva o motora, en coordinación con las entidades distritales competentes y las organizaciones que representan a dichas poblaciones en el Distrito Capital.
- 13) Coordinar y articular la cooperación nacional e internacional que gestionen los organismos y entidades del Distrito Capital.

<sup>23</sup> En el Plan de Ordenamiento Territorial debe quedar plasmado el PGIRS

- 14) Formular, orientar y coordinar el diseño y la implementación de los instrumentos de focalización para la asignación de servicios sociales básicos y para la administración del SISBEN.

Esta Secretaría en relación al manejo de los residuos sólidos le compete la responsabilidad dentro del ámbito de la función numeral 3 el considerar dentro de la actualización del POT toda la infraestructura necesaria para el adecuado manejo de los residuos sólidos según la política Distrital.

### **b.2 Secretaría Distrital del Ambiente**

El Decreto 109 de 2009 del Alcalde Mayor, que modifica la estructura de la Secretaría Distrital de Ambiente, establece en su artículo 1° que la Misión del sector Ambiente es velar porque el proceso de desarrollo económico y social del Distrito Capital se oriente según el mandato constitucional, los principios universales y el desarrollo sostenible para la recuperación, protección y conservación del ambiente, en función y al servicio del ser humano como supuesto fundamental para garantizar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad, promoviendo la participación de las comunidades. La Secretaría Distrital del Ambiente es un organismo con autonomía administrativa y financiera.

Corresponde a la Secretaría Distrital de Ambiente el orientar y liderar la formulación de políticas ambientales y de aprovechamiento sostenible de los recursos ambientales y del suelo, tendientes a preservar la diversidad e integridad del ambiente, el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales distritales y la conservación del sistema de áreas protegidas, para garantizar una relación adecuada entre la población y el entorno ambiental y crear las condiciones que garanticen los derechos fundamentales y colectivos relacionados con el medio ambiente.

Dentro de sus funciones se encuentran:

- 1) Formular participativamente la política ambiental del Distrito Capital.
- 2) Liderar y coordinar el proceso de preparación de los planes, programas y proyectos de desarrollo ambiental que deban formular los diferentes organismos y entidades integrantes del Sistema Ambiental del Distrito Capital -SIAC-, y en especial, asesorar a sus integrantes en la definición de los planes de desarrollo ambiental y en sus programas y proyectos en materia de protección del medio ambiente y los recursos naturales renovables, de manera que se asegure la armonía y coherencia de las políticas y acciones adoptadas por el Distrito.
- 3) Ejercer el control y vigilancia del cumplimiento de las normas de protección ambiental y manejo de recursos naturales, emprender las acciones de policía que sean pertinentes al efecto, y en particular adelantar las investigaciones e imponer las sanciones que correspondan a quienes infrinjan dichas normas.
- 4) *Realizar el control de vertimientos y emisiones contaminantes, disposición de desechos sólidos y desechos o residuos peligrosos y de residuos tóxicos, dictar las medidas de corrección o mitigación de daños ambientales y complementar la*

*acción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá - EAAB- para desarrollar proyectos de saneamiento y descontaminación, en coordinación con la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.*

5) *Trazar los lineamientos ambientales de conformidad con el plan de desarrollo, el plan de ordenamiento territorial y el plan de gestión ambiental, en las siguientes materias:*

- i) La elaboración de normas referidas al ordenamiento territorial y las regulaciones en el uso del suelo urbano y rural.*
- ii) La formulación, ejecución de planes, programas y proyectos tendientes a garantizar la sostenibilidad ambiental del Distrito Capital y de la región.*
- iii) La elaboración, regulación y ejecución del Plan de Ordenamiento Territorial.*

### **b.3 Secretaría Distrital del Hábitat**

El Decreto 257 de 2006 del Concejo de Bogotá, en su Capítulo 12 artículo 111 define que la misión del sector Hábitat es garantizar la planeación, gestión, control, vigilancia, ordenamiento y desarrollo armónico de los asentamientos humanos de la ciudad en los aspectos habitacional, mejoramiento integral y de servicios públicos, desde una perspectiva de acrecentar la productividad urbana y rural sostenible para el desarrollo de la ciudad y la región. En el mismo Decreto se crea la Secretaría Distrital del Hábitat y establece que el Sector Hábitat estará integrado por la Secretaría Distrital del Hábitat, cabeza del Sector, y por las siguientes:

### **b.4 Entidades Adscritas:**

Establecimiento público: Caja de Vivienda Popular

Unidad Administrativa Especial: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP

### **b.5 Entidades Vinculadas:**

Empresa Industrial y Comercial: Empresa de Renovación Urbana ERU

Empresa Industrial y Comercial: Metrovivienda

Empresa de Servicios Públicos: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá EAAB-ESP

### **b.6 Entidades con vinculación especial:**

Empresa de Servicios Públicos: Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá S.A. ETB-ESP

Empresa de Servicios Públicos: Empresa de Energía de Bogotá S.A. EEB-ESP

La Secretaría Distrital del Hábitat tiene las siguientes funciones básicas:

- 1) Elaborar la política de gestión integral del hábitat en articulación con las Secretarías de Planeación y del Ambiente, y de conformidad con el POT y el Plan de Desarrollo Distrital.
- 2) Formular las políticas y planes de promoción y gestión de proyectos de renovación urbana, el mejoramiento integral de los asentamientos, los reasentamientos humanos en condiciones dignas, el mejoramiento de vivienda, la producción de vivienda nueva de interés social y la titulación de predios en asentamientos de vivienda de interés social.
- 3) Gestionar y ejecutar directamente o a través de las entidades adscritas y vinculadas las operaciones estructurales definidas en el Plan de Ordenamiento Territorial - POT y demás actuaciones urbanísticas.
- 4) Orientar, promover y coordinar las políticas y acciones para la prestación eficiente, bajo adecuados estándares de calidad y cobertura de los servicios públicos domiciliarios, en concordancia con el Plan de Ordenamiento Territorial, el Plan de Desarrollo y el Plan de Gestión Ambiental y velar por su cumplimiento.
- 5) Diseñar la política de subsidios y contribuciones en la prestación de los servicios públicos, con base en los recursos del Sistema General de Participaciones y otros recursos de financiación definidos en la Ley 142 de 1994, sus reglamentaciones y demás normas concordantes.
- 6) Coordinar las gestiones de las entidades distritales ante las autoridades de regulación, control y vigilancia de los servicios públicos domiciliarios.
- 7) Promover programas y proyectos para el fortalecimiento del control social de la prestación de los servicios públicos domiciliarios, evaluar los sistemas de atención a los usuarios y orientar las acciones para la mejor atención a las peticiones, quejas y reclamos.
- 8) Participar en la elaboración y en la ejecución del Plan de Ordenamiento Territorial, en la articulación del Distrito Capital con el ámbito regional para la formulación de las políticas y planes de desarrollo conjunto, y en las políticas y planes de Desarrollo urbano del Distrito Capital.

### 5.8.2.2 UAESP

Mediante Acuerdo Distrital Número 30 de 1958, el Concejo de Bogotá creó la empresa Distrital de Aseo (EDIS), asignándole como funciones básicas la recolección, barrido y limpieza de la ciudad. Más adelante, mediante el Acuerdo número 75 de 1960, se reorganizó la empresa Distrital de Aseo, que en adelante se llamaría Empresa Distrital de Servicios Públicos EDIS, asignándole además de los servicios públicos que se le atribuyeron en el Acuerdo 30 de 1958, los de matadero, manejo de mercados y administración y expedición de licencias para la operación y explotación de cementerios públicos y privados en la ciudad.

Posteriormente, y mediante el Acuerdo Distrital número 41 de 1993, en el concejo de Bogotá determinó la supresión y liquidación de la Empresa Distrital De Servicios Públicos (EDIS), en su remplazo el Alcalde de Bogotá creó, mediante el Decreto Distrital número 782 de 1994, La Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UESP), como una entidad técnica dependiente del Despacho del Alcalde Mayor de Bogotá, cuyo objeto era la prestación de los servicios de



barrido, recolección, disposición de residuos sólidos, cementerios, hornos crematorios, plazas de mercados y galerías comerciales.

En el año 2006 y mediante el Acuerdo 257 de 2006 del Concejo de Bogotá, mediante el cual se reestructuró las Entidades del Distrito Capital, transformo a la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UAESP), como entidad adscrita a la Secretaria de Hábitat, cuyo objeto es garantizar la prestación coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección, transporte y disposición final, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos, la limpieza de vías y áreas publicas, los servicios funerarios en la infraestructura del Distrito y servicio de alumbrado público.

La Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP tiene por objeto garantizar la planeación, prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección, transporte, disposición final, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos, la limpieza de vías y áreas públicas, los servicios funerarios en la infraestructura del distrito y el servicio de alumbrado público.

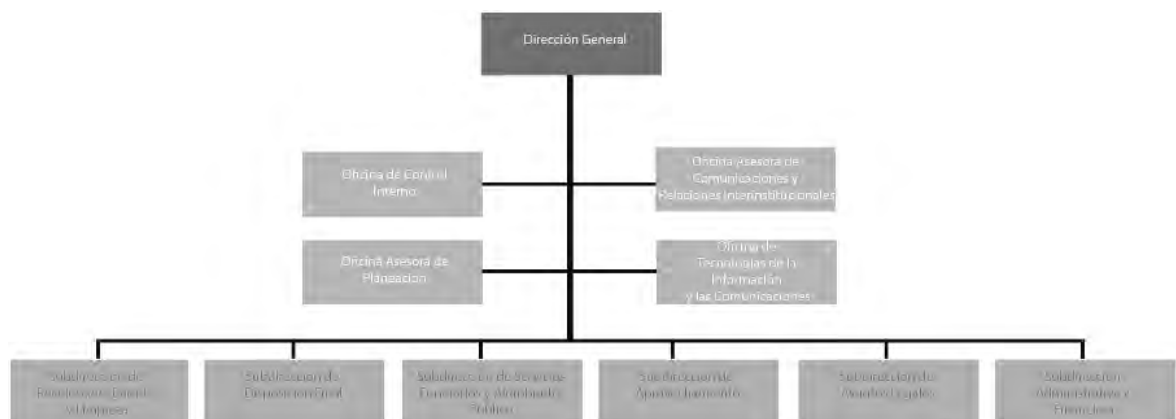


Figura 5-48: Organigrama Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos<sup>24</sup>

Según lo establecido en el Acuerdo 04 de 2008 expedido por el Consejo Directivo de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, son funciones de esta entidad, las siguientes:

- 1) Diseñar las estrategias, planes, programas y proyectos para el manejo integral de los residuos sólidos, alumbrado público y servicios funerarios.
- 2) Dirigir y coordinar la prestación de los servicios públicos propios del manejo integral de residuos sólidos, el servicio de alumbrado público y los servicios funerarios.
- 3) Adquirir por enajenación voluntaria o mediante los mecanismos legales de expropiación judicial o administrativa, los inmuebles que requiera para el

<sup>24</sup> Fuente: <http://www.uesp.gov.co/>

cumplimiento de su objeto.

- 4) Realizar el seguimiento y la evaluación de los servicios propios del manejo integral de residuos sólidos, alumbrado público y servicios funerarios.
- 5) Promover la participación democrática de los usuarios de los servicios a su cargo.
- 6) Formular, ejecutar y evaluar las estrategias dirigidas a lograr la integración y articulación regional del Distrito Capital en los servicios que debe garantizar.
- 7) Asesorar a las Alcaldías Locales en las funciones relacionadas con la prestación de los servicios que debe garantizar la Unidad.
- 8) Apoyar las instancias de participación comunitaria y del nivel descentralizado que se constituyan para atender las necesidades de las comunidades locales relacionadas con los servicios que debe garantizar la Unidad.
- 9) Las demás que le atribuyan la ley, los acuerdos, decretos y reglamentos nacionales y distritales, de acuerdo con la naturaleza de la Unidad.

Mediante la Resolución 224 de 2007 expedida por la Dirección de la Entidad, se adoptó el Portafolio de Negocios de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, el cual quedó conformado por tres Unidades de Negocio: Manejo Integral de Residuos Sólidos, Servicios Funerarios y Alumbrado público, que se integran de la siguiente forma: servicios, áreas de servicio y componentes de servicio para cada Unidad así:

**Aseo:** El servicio público de aseo consiste en la recolección de residuos principalmente sólidos e incluye las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de mismos.

**Alumbrado Público:** Es el servicio público consistente en la iluminación de las vías públicas, parques públicos, y demás espacios de libre circulación que no se encuentren a cargo de ninguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades tanto vehiculares como peatonales.

**Cementerios:** En cumplimiento del Acuerdo 257 de 2006, actualmente se encuentra bajo responsabilidad de la UAESP garantizar la planeación, prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios funerarios en la infraestructura del Distrito. Son propiedad del Distrito Capital los siguientes Cementerios: Central, Norte, Sur y el Parque Cementerio Serafín.

Como entes de control de la UAESP se encuentran: Concejo de Bogotá; Contraloría de Bogotá; Personería de Bogotá D.C.; Veeduría Distrital.

## 5.9 Sistema Financiero

Esta Sección describe el sistema financiero del servicio de aseo o del manejo de residuos sólidos (MRS) en Bogotá, D.C., e incluye las normativas del sistema tarifario del servicio de aseo, así como también una descripción del funcionamiento del sistema financiero.

La Alcaldía de Bogotá, D.C. es responsable por el servicio de aseo de la ciudad, pero no realiza este servicio bajo administración directa. Esto implica que en la operación del servicio de aseo existe una estrecha interacción entre oficinas del sector público por una parte (UAESP: Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de la Alcaldía de Bogotá, D.C., y otras oficinas del sector público como la CRA: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico), y por la otra parte se encuentran las empresas del sector privado que realizan actividades relacionadas al servicio de aseo. Las oficinas públicas municipales realizan la supervisión y la fiscalización de las labores de aseo ejecutadas por las empresas del sector privado. Y este sistema operativo se refleja en el sistema financiero.

Participan diferentes oficinas/actores en el sistema operativo y financiero del servicio de aseo en Bogotá, D.C., en forma colaborativa y coordinada. Estas acciones de colaboración comienzan con el establecimiento de la metodología del cálculo de la tarifa del servicio de residuos sólidos, metodología tarifaria que es establecida por la CRA, mientras que la facturación la realiza la Empresa de Agua y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) por medio de la emisión de una Factura única en forma conjunta con el servicio de agua potable y alcantarillado, y los fondos recaudados en concepto del servicio de aseo son administrados por Bancolombia como un fideicomiso o fiducia.

### 5.9.1 Sistema Tarifario

#### a. Normativas

Un documento preparado por la UAESP resume las normativas sobre el sistema tarifario del servicio de aseo con la presentación de las siguientes disposiciones legales.

#### a.1 Resolución CRA 351 de Diciembre de 2005

“Por la cual se establecen los regímenes de regulación tarifaria a los que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo y la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio de aseo de residuos ordinarios y se dictan otras disposiciones.”

Se resume a continuación el contenido de la Resolución CRA 351.

Con base en la Ley 142 de 1994 que faculta a las comisiones de regulación de servicios públicos domiciliarios a revisar las metodologías tarifarias con una periodicidad que permita ajustarlas a las condiciones de la prestación del servicio, CRA, por medio de la Resolución 351 del 20 de diciembre de 2005 y publicada en el Diario Oficial 46153 del 16 de enero de 2006 estableció la metodología tarifaria para el servicio público de aseo, que se encuentra en vigencia a partir del mes de abril de 2006.

La metodología tarifaria de aseo se estructura sobre los siguientes principios básicos: cumplimiento de los criterios tarifarios establecidos en la ley; desagregación de los costos por actividad principal de la prestación del servicio; incentivos a la agrupación y regionalización del servicio como alternativa eficiente; reconocimiento de las posibilidades de competencia; reconocimiento de los costos ambientales y el desarrollo de incentivos tarifarios en beneficio del medio ambiente. En el desarrollo de estos principios la CRA estableció un método de regulación tarifaria que incluye el desarrollo de costos-techo eficientes para cinco componentes de la prestación del servicio de aseo: comercialización y manejo del recaudo, barrido y limpieza, recolección y transporte de los residuos, transporte por tramo excedente y disposición final.

Para cada componente del servicio de aseo se definió una estructura de costos eficientes sobre la base de 'tecnologías de referencia', especificadas teniendo en cuenta el tamaño del mercado. El costo eficiente del servicio de aseo resulta de la suma de los costos eficientes de los componentes del servicio. Las tarifas techo reflejan el costo económico de la prestación del servicio de aseo asociado a una tecnología de referencia, cuya definición tiene en cuenta el desarrollo tecnológico, captado en términos de parámetros de eficiencia por componente, los precios relativos de los factores y las condiciones del mercado en Colombia.

En esta técnica, el regulador fija un tope a los precios de los servicios prestados por una empresa, teniendo ésta cierta libertad para variar los precios. El techo es un precio de referencia que se construye prorrateando los precios de los diferentes servicios componentes, utilizando como ponderadores las cantidades o ingresos relativos de cada uno de estos en el actual período o en el anterior. La empresa puede alterar los precios relativos de los servicios siempre y cuando el promedio ponderado no supere el precio máximo o precio techo.

Esta técnica, a diferencia de la regulación por tasa de retorno, presenta altos incentivos a la reducción de costos, en primer lugar por que desaparece la relación directa entre costos de la prestación del servicio y las tarifas, y en segundo lugar porque la rentabilidad, al no estar fijada por el regulador, tendrá como efecto convertir a utilidades incrementadas toda reducción de costos lograda por una empresa prestadora del servicio de aseo. En tercer lugar, disminuyen los excesivos monitoreos del regulador sobre los costos contables de las

empresas prestadoras del servicio de aseo, reduciendo de esta manera los costos de transacción de la misma.

En relación con los incentivos medioambientales, la metodología incorpora el aprovechamiento de los residuos sólidos, y permite, en forma conjunta con la medición, incentivar la separación de los residuos en la fuente, y promueve la minimización de los residuos.

CRA ha tenido la prerrogativa de modificar las fórmulas tarifarias, antes de cinco años de su entrada en vigencia cuando fuese evidente que ha habido razones de caso fortuito o fuerza mayor que comprometan en forma grave la capacidad financiera de la empresa para continuar prestando el servicio en las condiciones tarifarias previstas.

La metodología tarifaria considera que la prestación de los servicios públicos genera compromisos de pago por parte de los beneficiarios o usuarios del servicio. Para sustentar las tarifas es importante citar disposiciones constitucionales que guardan relación con las obligaciones de los usuarios de los servicios públicos proporcionados. La capacidad de pago de los usuarios se fundamenta en el principio de solidaridad y redistribución de ingresos, en atención a lo previsto en la Ley 142 de 1994 y la Ley 812 de 2003.

**a.2 Resolución CRA 352 de Diciembre de 2005**

“Por la cual se definen los parámetros para la estimación del consumo en el marco de la prestación del servicio público domiciliario de aseo y se dictan otras disposiciones.”

**a.3 Resolución CRA 482 de Julio de 2005**

“Por la cual se establece la metodología de cálculo de los descuentos en las tarifas de los usuarios por los aportes de bienes y de derechos de los que trata el Artículo 143 de la Ley 1151 de 2007, que modificó el Artículo 87 de la Ley 142 de 1994 para el servicio público de aseo.”

**a.4 Resolución 418 de Marzo de 2007**

“Por la cual se aclara el literal f) del Artículo 21 de la Resolución CRA 351 de 2005.”

**a.5 Acuerdo 483 de Diciembre de 2011**

“Por medio del cual se establecen los factores de subsidios y los factores de aportes solidarios para los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo en Bogotá, Distrito Capital.”

### **b. Tarifa**

Los regímenes de regulación tarifaria en el servicio de aseo se encuentran contenidos en la Resolución CRA 351 de Diciembre de 2005, cuya metodología aplicada actualmente consiste en los siguientes pasos: determinación de costos del servicio utilizando los niveles de precios de Junio de 2004, actualización a precios de Agosto de 2011, cálculo de tarifas, y aplicación de subsidios y contribuciones.

La tarifa unitaria es igual para todos los usuarios del servicio de aseo, aunque el valor total a cobrar a cada usuario puede ser diferente. La variabilidad de los valores totales se da por diferencias en los volúmenes generados y no por diferencias en los costos de referencia. La eficiencia económica, suficiencia financiera, neutralidad y simplicidad están implícitas en la metodología tarifaria.

Existe un sistema de subsidio cruzado que se basa en el principio de solidaridad y redistribución de ingresos, mencionado más arriba. En el subsidio cruzado, los usuarios del servicio de aseo que se consideran que tienen la suficiente capacidad financiera pagan “contribuciones”, o montos en exceso de lo calculado con la aplicación de las tarifas, mientras que otros usuarios que se consideran que no tienen la adecuada capacidad financiera reciben “subsidios”, o pagan menos que el monto calculado con la aplicación de las tarifas. Los que pagan “contribuciones” son los dos estratos superiores 5 y 6 de los usuarios Residenciales o Domiciliarios, además de los usuarios Comerciales e Industriales, y los Grandes Generadores. Por otro lado, los que reciben “subsidios” son los tres estratos inferiores 1, 2 y 3 de los usuarios Residenciales o Domiciliarios, los cuales son los más numerosos. Y los usuarios Residenciales o Domiciliarios categorizados en el Estrato 4 no reciben “subsidios” ni pagan “contribuciones”, simplemente pagan el monto que les corresponde de acuerdo a la aplicación de la tarifa respectiva.

La Alcaldía de Bogotá, D.C., emite cada mes una Resolución por medio de la cual se hace pública la tarifa del servicio de aseo que se aplica a los diferentes tipos de usuarios.

#### **b.1 Residencial o Domiciliario**

Los usuarios Residenciales o Domiciliarios del servicio de residuos sólidos se dividen en seis estratos socioeconómicos, los cuales son definidos por el gobierno municipal de cada municipio, tomando en consideración tales parámetros como el tipo de casa, la existencia o no de patio en la casa, y el estado de la calle. Estos criterios definen cada bloque o manzana como perteneciente a un estrato socioeconómico definido. Sin embargo, una casa ubicada en una manzana definida como perteneciente a un cierto estrato socioeconómico tiene el derecho de solicitar su re-categorización a otro estrato socioeconómico.

La alcaldía de cada ciudad tiene la prerrogativa de realizar la clasificación de la ciudad en los seis estratos socioeconómicos definidos, que son los siguientes.

- Estrato socioeconómico 1: Bajo-Bajo
- Estrato socioeconómico 2: Bajo
- Estrato socioeconómico 3: Medio-Bajo
- Estrato socioeconómico 4: Medio
- Estrato socioeconómico 5: Medio-Alto
- Estrato socioeconómico 6: Alto

Los porcentajes de los “subsídios” que reciben los primeros tres estratos inferiores (1, 2 y 3), y las “contribuciones” que pagan los dos estratos superiores (5 y 6) de los usuarios Residenciales, además de las contribuciones de los otros usuarios con capacidad financiera, serán presentados en la Sub-Sección C más abajo.

#### **b.2 Comercial**

Es una categoría de usuarios del servicio de aseo que se dedican a actividades comerciales, y pagan “contribuciones”. Esto se debe a la consideración de que los usuarios comerciales tienen la capacidad financiera para realizar tales contribuciones.

#### **b.3 Industrial**

Es otra categoría de usuarios del servicio de aseo que se dedican a actividades industriales, y pagan “contribuciones”. Esto se debe a la consideración de que los usuarios industriales tienen la capacidad financiera para realizar tales contribuciones.

#### **b.4 Grandes Generadores**

En cuanto a los usuarios no residenciales que produzcan seis metros cúbicos mensuales (6 m<sup>3</sup>/mes) o más, o con un peso igual o superior a una y media toneladas métricas por mes (1.5 Toneladas/mes), el aporte solidario o contribución de solidaridad, de acuerdo con el Artículo 1 del Decreto 565 de 1996, es la diferencia entre el valor que se paga por un servicio público domiciliario y el costo económico de referencia, cuando este costo es menor que el pago que efectúa el usuario o suscriptor.

La medición, además de ser un derecho, es también un incentivo a la racionalización del consumo del servicio, que en este caso se interpreta como una reducción de residuos sólidos en la fuente. Esto es así porque si un individuo percibe que al reducir su generación de basuras, baja el cobro que se le hace por el servicio de aseo, entonces el usuario podría implementar mecanismos para minimizar o separar en la fuente los residuos sólidos generados, lo cual es deseable para la sociedad debido a las reducciones en costos económicos, sociales y ambientales. Se presenta entonces una relación directa entre la

medición individual, incentivos a la minimización y separación de residuos, y costos de la implementación de la medición.

Los Grandes Generadores constituyen otra categoría de usuarios del servicio de aseo a quienes se considera que tienen la capacidad financiera para realizar “contribuciones”.

**c. Subsidios y Contribuciones**

La Ley 632 de 2000 establece la necesidad del equilibrio entre subsidios y contribuciones. La metodología tarifaria no afecta lo establecido por la normatividad vigente sobre subsidios y contribuciones.

Los subsidios y contribuciones se definen como porcentajes de los montos que resultan de la aplicación de las tarifas respectivas del servicio de aseo, como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 5-84: Subsidios y Contribuciones en el Servicio de Aseo

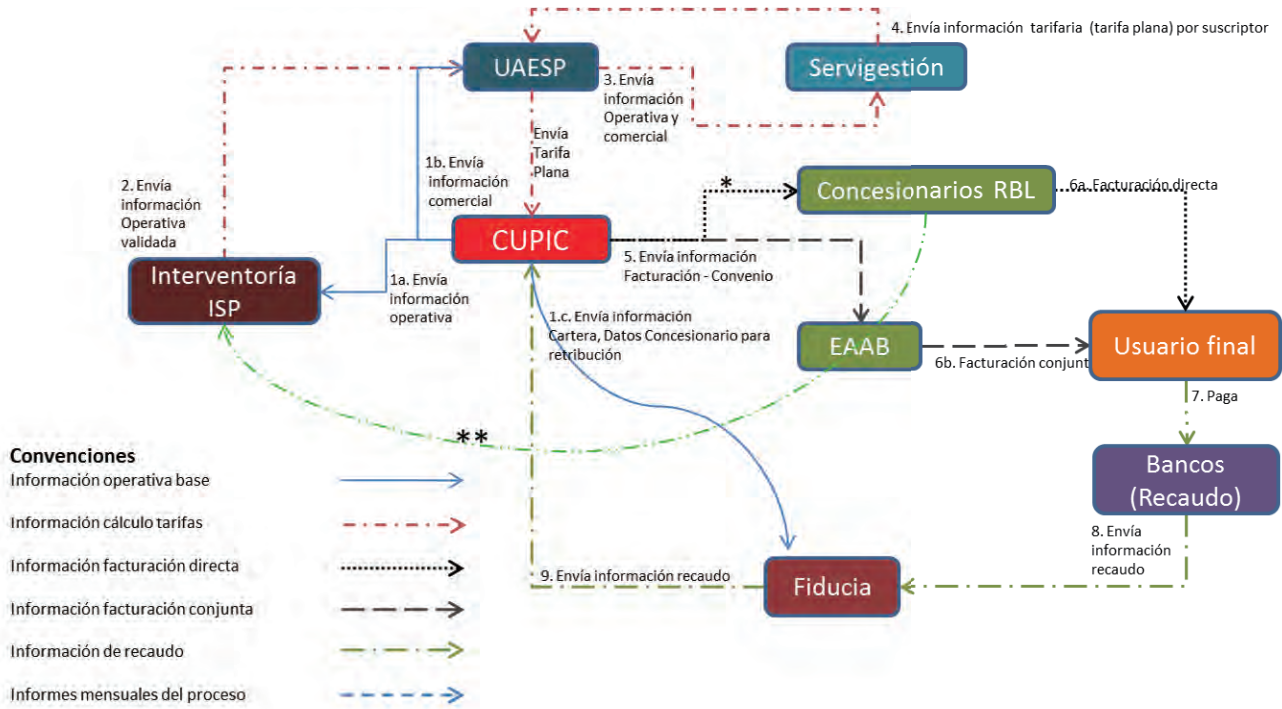
Tipo de Usuarios del Servicio de Aseo (MRS)	Subsidio (%)	Contribución (%)
Residencial		
Estrato socioeconómico 1 Bajo-Bajo	70	0
Estrato socioeconómico 2 Bajo	40	0
Estrato socioeconómico 3 Medio-Bajo	15	0
Estrato socioeconómico 4 Medio	0	0
Estrato socioeconómico 5 Medio-Alto	0	50
Estrato socioeconómico 6 Alto	0	60
Comercial	0	50
Industrial	0	30
Grandes Generadores	0	90
Pequeños Generadores	0	50

Fuente: Elaboración propia en base a informaciones recolectadas

**5.9.2 Funcionamiento del Sistema Financiero**

El funcionamiento del sistema financiero del servicio de aseo se presenta esquemáticamente en la Figura 5-49 que fue preparada por UAESP y complementada por el Grupo de Estudios JICA. Se observa en la Figura de que el sistema financiero implica el flujo de una serie de informaciones, antes de que ocurra el flujo de dinero propiamente. El flujo de informaciones, y el flujo de dinero tienen lugar en base a una serie de contratos, convenios y acuerdos entre las diversas partes que intervienen en el sistema financiero, como se indica en la Figura 5-50 preparada por el Grupo de Estudios JICA.





1a. Información operativa: Toneladas dispuestas; toneladas barrido; toneladas aforadas  
 1b. Información comercial : Datos Base suscriptores, cuantos son aforados, información 1a y 1 b es generada por los concesionarios  
 CUPIC: Aplica subsidios o Contribución más otros cobros  
 \*: Todo lo que no puede facturar EAAB lo factura directamente el concesionario  
 \*\*: La figura inicial era que las Concesionarias entregaran directamente la información a Interventoría, sin embargo, para facilitar y concentrar los trabajos los concesionarios contratan A CUPIC

Figura 5-49: Flujo de Información y Flujo de Dinero

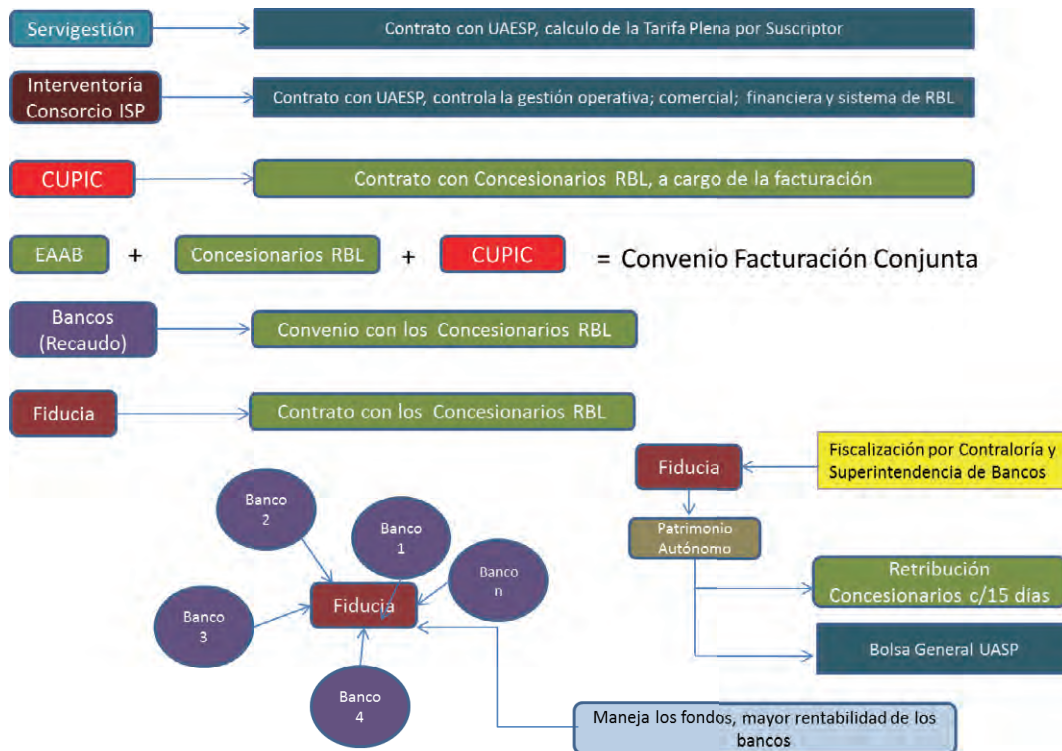


Figura 5-50: Contratos y Convenios sobre Flujo de Información y Flujo de Dinero

Existe un catastro conjunto entre EAAB y UAESP que se utiliza para la facturación. Los valores cobrados por el servicio de aseo los genera CUPIC (Centro Único de Procesamiento de Datos) en base a las tarifas generadas por la empresa privada Servigestión, en representación de la UAESP. La EAAB imprime y reparte la Factura, a un costo de 386 Pesos Colombianos por cada Factura emitida y 96 Pesos Colombianos en caso de re-emisión de la Factura. Los usuarios tienen un mínimo de 8 días a partir de la fecha de emisión de la Factura para pagar sin que les genere recargos por mora.

La aplicación de sanciones por mora, en forma de suspensión o corte del servicio, la realiza la EAAB en los casos en que un usuario no pague por ninguno de los tres servicios. Si el usuario tiene un reclamo pendiente por el servicio de aseo, pero paga por los servicios de acueducto y alcantarillado, no le suspenden estos servicios por no haber pagado por el servicio de aseo. En caso de suspensión del servicio de agua a un usuario moroso, la reconexión del servicio de agua no supera los 20,000 Pesos Colombianos, y el procedimiento no puede superar los 3 días.

Las cuentas bancarias para el recaudo por el servicio de aseo las maneja la fiduciaría Bancolombia, lo cual implica que la Alcaldía no tiene la libertad de hacer uso de esos fondos. La Fiduciaria tiene la obligación de suscribir con los diferentes bancos los convenios de recaudo, en donde se pacta la forma de retribución que reciben los bancos por recaudar el pago del servicio de aseo.

La “bolsa” del servicio de aseo corresponde a las diferentes cuentas que administra la fiduciaria Bancolombia y en donde efectúan sus pagos los usuarios del servicio de aseo. La retribución de los concesionarios o prestadoras de servicio de aseo está establecida en el reglamento comercial y financiero, Resolución UAESP 152 de 2012. Esta retribución a las prestadoras del servicio de aseo se basa en el tonelaje de recolección menos la poda de árboles y corte de céspedes y escombros. Para este propósito, CUPIC envía quincenalmente a la fiduciaría y a la Interventoría la factura para el pago a cada prestadora del servicio de aseo, calculando la retribución en base a la fórmula definida en el reglamento comercial y financiero, ya mencionado. Las facturas por la poda de árboles, efectuada por cada prestadora del servicio de aseo, se reciben mensualmente en la UAESP, se validan y posteriormente se remiten a la fiduciaría para que las pague. Estos pagos por actividades relacionadas al servicio de aseo se realizan por APS: Área de Prestación de Servicio (ASE: Área de Servicio Exclusivo) de acuerdo a ocho Centros de Costo, siguiendo los pasos o fórmula de retribución de Concesionarios de la Figura 3, que fue elaborada por UAESP.

Recaudo  
 +  
 Subsidios y Contribuciones  
 =  
 Recaudo Ajustado por Solidaridad  
 -  
 Disposición Final  
 =  
 Base de Retribución (% ofertado)  
 =  
 Retribución Concesionarios  
 +  
 Actividades Complementarias (Escombros)  
 =  
 Retribución Neta Concesionarios  
 ↓  
 Ingresos (Recaudo)  
 -  
 Retribución Neta Concesionarios  
 +  
 Rendimientos Financieros, Municipios, Otros  
 =  
 Bolsa General Esquema de Aseo

Los ocho Centros de Costo indicados por UAESP para pagos de las actividades en el servicio de aseo son los siguientes.

Cuadro 5-85: Centros de Costo

Pago Centros de Costo	Concepto
Concesionarios Servicio de Aseo	Retribución Concesionarios de acuerdo al porcentaje ofertado para cada Area de Prestación de Servicio
Disposición Final, Tratamiento y Aprovechamiento	Actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados según Contrato de Disposición Final
Fondo de Solidaridad y Redistribución de Ingresos	Giro del saldo neto positivo del balance consolidado de subsidios y contribuciones del esquema FSRI – SDH según convenio
Costos de planeación, supervisión y control del servicio	Actividades necesarias para garantizar para asegurar prestación integral del servicio público domiciliario de aseo, incluyendo Disposición Final, Interventorías RBL y RSDJ
Poda de árboles	Actividades que realizan los Concesionarios para atender puntualmente necesidades y peticiones de los usuarios del Distrito Capital en materia de poda de árboles
Carteras Anteriores Concesiones	Recuperación carteras de concesiones anteriores (1994-2003), (2003-2011) y (2011-2012)
Implementación del Plan Maestro de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS)	Corresponde a los costos e inversiones necesarios para adelantar los estudios y valoraciones recomendados en el PMIRS
Otras actividades del servicio de aseo	Por concepto de otros costos e inversiones que surjan de la prestación del servicio y que se requieran por la UAESP para garantizar su gestión integral

Fuente: UAESP

Las actividades específicas involucradas en la operación del sistema financiero del servicio de aseo son las siguientes.

### **a. Facturación**

La facturación es realizada por la Empresa de Agua y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) que emite una Factura única que consiste en la Factura por el servicio de agua potable y alcantarillado en una cara, mientras que la cara reversa la constituye la Factura por el servicio de aseo. El usuario del servicio debe ir a pagar a una institución bancaria, o a una ventanilla de pago, la cual constituye una extensión de un banco. Los lugares de pago están indicados en la misma Factura. El usuario tiene la obligación de pagar por los tres servicios de agua potable, alcantarillado, y aseo, excepto el caso en que exista un reclamo pendiente.

La Factura de 2 meses para Acueducto y Alcantarillado (la cara frontal de la hoja en que se imprime la Factura) indica el monto “total a pagar” por los servicios de agua, alcantarillado y aseo. Se especifica claramente la ubicación del inmueble, el estrato socioeconómico del usuario, la cantidad de familias, la clase de usuario, la ruta, el periodo de facturación, y los detalles del servicio de acueducto y alcantarillado. Se especifica la “fecha de pago oportuno” y la “fecha límite de pago para evitar suspensión”, fechas que tienen una diferencia de apenas 3 días. Existe además un periodo adicional de tres días hábiles en los que los usuarios pueden realizar los pagos antes de ser sujetos de sanciones por mora.

La Factura del servicio de aseo se encuentra impresa en la cara reversa de la Factura de Acueducto y Alcantarillado. La Factura de Aseo especifica los dos meses de facturación, los datos del usuario como ser la clase de usuario, el estrato socioeconómico, la tarifa del servicio de aseo, el monto del servicio de aseo, el monto del subsidio, y los lugares de pago como las sucursales bancarias, Centros Especializados de Pago CEP de los bancos, cajeros automáticos y otras formas de pago.

### **b. Recaudación**

La recaudación es realizada por Bancolombia como fiduciaria. Bancolombia puede tener acuerdos con otros bancos, a fin de facilitar el pago por los usuarios del servicio de aseo en un banco más cercano. La lista de los lugares de pago que aparece en la Factura de Aseo indica que el pago puede ser realizado en una serie de bancos como el Citibank, HSBC, Banco Santander, y otros centros de pago.

### **c. Eficiencia de la Recaudación**

En la Resolución 351 de la CRA se estableció una eficiencia del 93% en el recaudo, que debía aumentar progresivamente hasta un límite determinado. En el recaudo pueden incidir

dos tipos de factores: los asociados al prestador del servicio y los asociados al usuario. Los del prestador del servicio tienen que ver con la elevación de sus índices de recaudo (por medio de la facturación conjunta, acuerdos de pago, etc.). Los del usuario tienen que ver básicamente con la restricción del presupuesto y con la cultura de pago.

Se informa que la ciudad de Bogotá, D.C., tiene una “cultura de pago” desarrollada, razón por la cual la eficiencia del recaudo del servicio de aseo estaría en los 95%. Se aclara que en otras ciudades se practica en menor grado esta “cultura de pago”, por lo cual la eficiencia de recaudo de los servicios públicos es más baja.

#### **d. Administración de los Fondos Recaudados**

Los fondos recaudados en concepto del servicio de aseo son administrados por Bancolombia como un fideicomiso o fiducia. Se presentan a continuación los conceptos básicos de “fideicomiso” o “fiducia”, de acuerdo a Wikipedia.

*Un fideicomiso (del latín fideicommissum, a su vez de fides, "fe", y commissus, "comisión") es un contrato o convenio en virtud del cual una o más personas, llamada fideicomitente o también fiduciante, transmite bienes o derechos, presentes o futuros, de su propiedad a otra persona llamada fiduciaria, para que ésta administre o invierta los bienes en beneficio propio o en beneficio de un tercero, llamado fideicomisario.*

*Cabe señalar que, al momento de la creación del fideicomiso, ninguna de las partes es propietaria del bien objeto del fideicomiso. El fideicomiso es, por tanto, un contrato por el cual una persona destina ciertos bienes a un fin lícito determinado, encomendando la realización de ese fin a una institución fiduciaria.*

*Los bienes afectados al fideicomiso no corren el riesgo comercial del fiduciante ni del fiduciario, puesto que el patrimonio que es objeto del fideicomiso no puede ser perseguido por los acreedores de ninguno de ellos, ni afectado por la quiebra de ambos o de alguno de ellos.*

De acuerdo a los conceptos presentados arriba, UAESP es el fideicomitente o fiduciante, y Bancolombia es la fiduciaria. Un concepto interesante, desde el punto de vista de la seguridad de los fondos recaudados, es de que los bienes de un fideicomiso no corren riesgos comerciales, ni del fiduciante ni del fiduciario, no pudiendo ser posesionados por los acreedores de ninguno de ellos, ni afectado por la quiebra de ambas partes.

#### **e. Resultado Financiero de UAESP**

El resultado financiero de interés corresponde al servicio de aseo, el cual es esquemático e indicativo, debido a que resulta de la contabilidad a cargo de la Fiducia, en donde no se

incluyen los costos de administración, por los siguientes motivos: (1) los salarios del personal profesional de UAESP que tiene la responsabilidad por el servicio de aseo se encuentran incluidos en el presupuesto de la Alcaldía de Bogotá, D.C., (2) además del servicio de aseo, UAESP tiene responsabilidad por los servicios de alumbrado público y por los servicios funerarios.

Se estima en 200,000 millones de Pesos el presupuesto de UAESP en 2011, presupuesto de donde se paga el salario del personal profesional dedicados a la supervisión del servicio de aseo, además de otros gastos administrativos, cuyo total debería ser prorrateado a los diferentes servicios que presta UAESP.

#### **e.1 Resultados de la Fiducia**

Al 31 de Octubre de 2012, la “bolsa” de la Fiducia tenía un saldo general aproximado de 67,119 millones de Pesos, que aun descontando las Provisiones por 23,619 millones de Pesos dejaba un saldo “disponible” de 43,500 millones de Pesos, con la debida aclaración de que este último monto incluía los 12,000 millones de Pesos que se estimaban necesarios para la clausura del Relleno Sanitario.

**Cuadro 5-86: Resultado Financiero de la Fiducia al 31 de Octubre de 2012**

Saldo General en la Bolsa (pesos)	67,118,768,262
Provisiones (pesos)	23,618,846,002
Saldo “Disponible” (pesos)	43,499,922,260

Fuente: UAESP

UAESP ha estimado los costos por concepto o actividad del servicio de aseo, a Septiembre de 2012.

**Cuadro 5-87: Costos a Septiembre de 2012**

Concepto	Costos (Millones de Pesos)
Barrido y Limpieza	21,228.33
Recolección y Transporte	72,690.63
Costo de Tramo Excedente	0.00
Disposición Final	16,428.64
Costo de Comercialización por Suscriptor	906.99
CFMR	3,461.12
CMRF	241.47
CMRV	6683.95
CVMR	95,803.21

Fuente: UAESP

**e.2 Resultados Contables de UAESP**

Se presenta a continuación el estado de resultados de UAESP al 31 de diciembre de 2011, comparado con el estado de resultado al 31 de diciembre de 2010. Se observa que en 2011 hubo un déficit aproximado de 13,000 Millones de Pesos Colombianos, mientras que en 2010 hubo un excedente aproximado de 2,000 Millones de Pesos Colombianos.

Por el lado de los ingresos, se observa que el 97% de los ingresos en 2011 y el 99% de los ingresos en 2010 tuvieron su origen en Fondos Recibidos, los cuales se dividen en Fondos de Funcionamiento y Fondos de Inversión, aunque el 85% de los Fondos Recibidos fueron dedicados a Funcionamiento en 2011. Se entiende que estos son los fondos presupuestados con los que se pagan las remuneraciones de los funcionarios municipales dedicados a la fiscalización del servicio de aseo.

Por el lado de los gastos, el mayor componente en 2011 lo constituyó el rubro Gasto Público Social – Desarrollo Comunitario y Bienestar Social que constituyó el 74% de los gastos totales, mientras que fue cero en 2010. Por otra parte, se observa una gran diferencia en Gastos de Administración entre 2010 y 2011, ya que en 2010 los Gastos de Administración constituyeron el 85%, mientras que su importancia relativa fue de 3% en 2011. Se entiende que hubo una reclasificación de rubros entre 2010 y 2011. Cabe destacar, sin embargo, de que los Sueldos y Salarios constituyeron alrededor del 2% de los gastos totales, tanto en 2010 como en 2011.

Cuadro 5-88: Resultado Financiero de UAESP: 1 de Enero al 31 de Diciembre de 2011

<b>Ingresos y Gastos de UAESP</b>		
<b>1 Enero al 31 Diciembre 2011 (Miles de Pesos)</b>		
<b>ACTIVIDADES ORDINARIAS</b>	<b>31/Dic/2011</b>	<b>31/Dic/2010</b>
<b>INGRESOS OPERACIONALES</b>	<b>168,268,768</b>	<b>151,958,081</b>
<b>INGRESOS FISCALES</b>	<b>4,942,166</b>	<b>774,120</b>
No tributarios	4,942,166	774,120
<b>OPERACIONES INTERINSTITUCIONALES</b>	<b>163,232,274</b>	<b>151,175,014</b>
Fondos Recibidos	163,232,274	151,175,014
<b>OTROS INGRESOS</b>	<b>94,328</b>	<b>8,947</b>
Financieros	94,328	8,947
<b>GASTOS OPERACIONALES</b>	<b>181,186,609</b>	<b>152,024,532</b>
<b>ADMINISTRACION</b>	<b>5,886,722</b>	<b>129,678,366</b>
Sueldos y Salarios	4,026,052	2,958,556
Contribuciones Efectivas	659,277	469,538
Aportes sobre la Nómina	154,353	107,344
Generales	1,042,395	126,141,534
Impuestos, Contribuciones y Tasas	4,645	1,394
<b>DE OPERACION</b>	<b>19,050,117</b>	<b>17,261,694</b>
Generales	19,050,117	17,261,694
<b>PROVISIONES, AGOT., DEPREC., y AMORT.</b>	<b>22,027,110</b>	<b>2,049,652</b>
Provisión para Deudores	0	2,049,652
Provisión para Contingencias	22,027,110	0
<b>GASTO PUBLICO SOCIAL</b>	<b>134,283,186</b>	<b>0</b>
Desarrollo Comunitario y Bienestar Social	134,283,186	0
<b>OPERACIONES INTERINSTITUCIONALES</b>	<b>1,633,853</b>	<b>2,904,551</b>
Fondos Entregados	1,633,853	2,904,551
<b>OTROS GASTOS</b>	<b>-1,694,379</b>	<b>130,269</b>
Comisiones	0	2,828
Ajuste de Ejercicios Anteriores	-1,694,379	127,441
<b>EXCEDENTE (DEFICIT) OPERACIONAL</b>	<b>-12,917,841</b>	<b>-66,451</b>
<b>GASTOS NO OPERACIONALES</b>	<b>142,532</b>	<b>2,287</b>
<b>OTROS GASTOS ORDINARIOS</b>	<b>-142,532</b>	<b>-2,287</b>
<b>EXCEDENTE (DEFICIT) NO OPERACIONAL</b>	<b>-13,060,373</b>	<b>-68,738</b>
<b>EXCEDENTE (DEFICIT) DE ACTIVIDADES ORDINARIAS</b>		
<b>PARTIDAS EXTRAORDINARIAS</b>	<b>46,113</b>	<b>2,085,659</b>
<b>INGRESOS EXTRAORDINARIOS</b>	<b>46,113</b>	<b>2,085,659</b>
<b>EXCEDENTE O DEFICIT DEL EJERCICIO</b>	<b>-13,014,260</b>	<b>2,016,921</b>



## 5.10 Evaluación de Manejo Actual de Residuos Sólidos

### 5.10.1 Evaluación de nivel de logro del PMIRS

#### a. Evaluación por el Comité Seguimiento y Evaluación del PMIRS

Cada año se hace la evaluación de nivel de logro del PMIRS por el “Comité Seguimiento y Evaluación de PMIRS” que se compone Secretaria Distrital de Hábitat, Secretaria Distrital de Salud, Asociación Recicladores de Bogotá, Alcaldía Local, Secretaria Distrital de Planeación, Secretaria Distrital de Ambiente, UAESP y Secretaria Distrital de Gobierno.

Esta sección presenta el nivel de logro de PMIRS durante el año 2011, en el marco de las metas de corto plazo 2006 – 2008 y de mediano plazo 2009 - 2012, del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos-PMIRS

Cuadro 5-89: Evaluación de nivel de logro de PMIRS por el Comité, 2011

1.1. Del Servicio Público Domiciliario de Residuos Ordinarios		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% en la recolección domiciliaria y la disposición final y tratamiento de estos residuos	Este Indicador se medirá según lo establezca la Composición de Regulación de agua Potable y Saneamiento Básico	100% Según lo establecido en cobertura y suscriptores
1.2. Del Componente No Domiciliario de Servicio Público de Aseo		
1.2.1 Barrido y Limpieza de Vías		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% en todas las vías de la malla vial del Distrito, utilizando medios mecánicos en la malla vial arterial	Este Indicador se medirá según lo establezca la Composición de Regulación de agua Potable y Saneamiento Básico	100% De acuerdo al potencial de vías de Bogotá (15930 Km carril)
1.2.2. Barrido y Limpieza de Espacio Publico		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% en la limpieza de los siguientes espacios:	Este Indicador se medirá con base en los metros cuadrados (m2) de espacio publico que reporte DAPD a la UAESP	100% de Cobertura en espacio público en área pública ( 200 Km cuadrados aproximadamente)
· Zonas de cesión obligatoria gratuita no cerradas por particulares, antejardines, no cerrados, separadores viales, glorietas, orejas no construidas, andenes.		
· Plazas, plazoletas, parques, franjas, zonas de		

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

amortiguamiento		
1.2.3 Corte de césped		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% en el corte de césped en el espacio público con una frecuencia mínima de 10 veces al año	Este indicador se ajustará según los costos tarifarios aceptados por la Comisión de Regulación en este componente del Servicio Público de Aseo	100% de cobertura desde 15 a 45 días en corte de césped verificadas por interventoría.
1.2.4 Poda de Arboles		
Atender el 100% de la solicitadas de la entidad pública a los usuarios del Servicio Público de aseo, previa revisión y asesoría del Jardín Botánico	Los prestadores del servicio atenderán la solicitudes encontradas viables por el Jardín Botánico en un plazo máximo de un mes teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos para tal efecto	100% de solicitudes atendidas 135.465 a diciembre de 2011
1.2.5 Disposición Final y Tratamientos		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% de la Disposición Final y tratamiento de los residuos dispuestos en el Relleno Sanitario donde participe el Distrito Capital	N/A	100% de residuos dispuestos 2.290.205 toneladas de residuos sólidos recolectados y dispuestos en Relleno Sanitario
1.2.6 Tratamiento de lixiviado		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% del tratamiento de lixiviados que se estimen en la licencia ambiental y el plan de manejo ambiental del Relleno Sanitario que expida la autoridad ambiental competente	N/A	100% del caudal tratado. (En el año 2012, la calidad del efluente no cumple la licencia.)
1.3 De la Calidad del Servicio Público de Aseo		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La Administración Distrital garantizará el cumplimiento de la calidad y los indicadores de calidad que son establecidos por la Comisión de Regulación de agua Potable y Saneamiento Básico para la definición de los costos tarifarios y los que proponga la Administración Distrital a la entidad reguladora para lograr el Concepto de Aseo	N/A	

Limpia, siempre que los costos de esta calidad sean cubiertos por la tarifa del Servicio Público de Aseo aprobada		
1.3.1 Numero de Frecuencia semanales de barrido y limpieza de vías y espacio publico		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Un mínimo de 2 veces por semana y superior a 2 veces por semana en áreas de gran afluencia de público según los análisis periódicos que realice la UAESP	N/A	2 Frecuencias semanales y hasta 1 frecuencia diaria. Corresponde a la Frecuencia operada en el servicio de aseo, verificadas por interventoría.
1.3.2 Numero de Frecuencias semanales de recolección domiciliaria para el servicio ordinario de aseo.		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
3 frecuencias semanales por los usuarios residenciales y de pequeños productores	N/A	3 Frecuencias semanales corresponde a las frecuencias operadas en el servicio de aseo, verificadas por interventoría
1.4 Recolección de Residuos Peligrosos		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Prestación del servicio de aseo de residuos peligrosos a partir del 2007	N/A	40% de avance en el logro. Corresponde a la realización de diagnóstico y la formulación de estrategias.
1.5 De Disposición Final de Residuos		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Ampliar la vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana por 7 años más a partir del 2008	N/A	100% Adjudicaciones de la operación del relleno en concesión por el periodo de 11 años a partir del 2010
1.6 Prevención y Atención de Emergencias		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Contar con planes de contingencia y atención de riesgos para el 100% del Servicio de aseo a partir de 2008	N/A	100% de avance del logro. La formulación de emergencia corresponde a los operadores de los servicios. RBL, Hospitalarios y Disposición Final. Así mismo la entidad tiene formulado el Plan de Emergencia propio para la instalaciones administrativas de la entidad
1.7 De aprovechamiento		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Aprovechamiento en 2 instalaciones de escombros , funcionando a partir de 2007	N/A	50% de Avance en el logro. Correspondiente a la actividad de caracterización y diagnóstico de escombros. Estudio de Oferta y Demanda de escombros. Estudio de tecnología de aprovechamiento de escombros, formulación de políticas y ajuste normativo y definición parcial del modelo
1.8 De aprovechamiento		

## 5 Situación Actual de Manejo de Residuos Sólidos

Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Contratación para la destrucción térmica y/o aprovechamiento del biogás en Relleno Sanitario Doña Juana a partir de 2008	N/A	100% de avance del logro. Correspondiente a la actividades de elaboración del diagnóstico, puesta en marcha de la planta
1.9 de Aprovechamiento		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
2 parques de reciclaje funcionando a partir de 2007	N/A	50% de avance del logro. Correspondiente a las actividades de elaboración del diagnóstico, elaboración del modelo, compra de predios y puesta en marcha del Centro del Reciclaje La Alquería
1.10 De Aprovechamiento		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Operación de rutas selectiva de recolección de materiales susceptibles de reciclar que recojan el 100% de residuos separados en la fuente a partir del 2007	N/A	69% de Avance del logro. Correspondiente a las actividades de estudio de oferta y demanda. Estructuración de estudio de oferta y demanda. Estructuración de modelo, generación de acuerdos con los concesionarios de servicio, campañas de separación en la fuente.
DE MEDIANO PLAZO		
1.11 Recolección y Tratamiento de residuos hospitalarios		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
La UAESP garantizará una cobertura del 100% de recolección de residuos hospitalarios y similares generados por hospitales, clínicas, laboratorios y en general todo establecimiento de la zona Distrito Capital que genere este tipo de residuo.	N/A	100% de avance en el logro. Un total de 9.106 Toneladas y dispuestas en el RSDJ ene I 2011
1.12 Recolección de Residuos Peligrosos		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
3 Recolección de residuos Peligrosos. Lograr una cobertura del 10% entre 2006 y 2010	N/A	21.4% de avance del logro Correspondiente a la responsabilidad de la Unidad, Diagnostico y determinación parcial de los niveles de servicio y capacidad.
1.13 Recolección de Escombros		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Recolección de escombros. Logar una cobertura del 100% entre 2006 y 2010	N/A	50% de avance del logro Correspondiente a la responsabilidad de la Unidad, Diagnóstico y determinación parcial de los niveles de servicio y capacidad de oferta y determinación parcial del modelo

1.14 De Información		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
Contratación de la concesiones para la prestación del servicio de aseo con costos e indicadores de eficiencia en el 2010	N/A	60% de Avance del Logro. Correspondiente a la actividades de estudios y diagnóstico, mesa de concertación y presentación del modelo para aprobación por parte de la Comisión de regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA)
1.15 Disposición Final de Residuo		
De disposición final de residuos. Reducción hasta en el 20% de los residuos que ingresan en el relleno Doña Juana en un plazo de 10 años	N/A	100% de Avance del logro. Correspondiente a la contratación del operador del Relleno Sanitario Doña Juana y la obligación del aprovechamiento del 20% de los residuos con el fin de evitar que sea dispuestos. (En el año 2012, no se ha todavía logrado al 20%)
1.16 De tarifa		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
100% de los usuarios con conocimiento de opciones tarifarias 2009	N/A	200% de avance en el logro. En razón a que se realizaron dos publicaciones informando de la opción tarifarias a los usuarios una más de la estipulada por ley
1.17 De servicio		
Meta	Descripción	Resultado de la Medición
De servicio. 12 Alcaldías Locales con sistema de información de usuarios del SPA a partir de 2011	N/A	0.0% de Avance en el logro. En razón a que se han implementado sistemas alternos como sistema Distrital de Quejas y soluciones

Fuente: UAESP, 2011, Comité Seguimiento y Evaluación de PMIRS

#### b. Evaluación por la UAESP

Entre 29 de octubre y 9 de noviembre de 2012, se llevó a cabo una capacitación en Japón. Donde participaron 8 funcionarios de la UAESP y uno de la Secretaría Planeación. Dentro de la capacitación, se hizo una breve evaluación de nivel de logro del PMIRS, estableciéndose los siguientes criterios de evaluación:

Cuadro 5-90: Puntos de Evaluación del PMIRS

Punto	Evaluación
5	se ha alcanzado exitosamente
4	se ha alcanzado
3	está avanzando con un buen ritmo
2	está avanzando poco a poco
1	no hay avance, sin embargo se comenzará pronto
0	no hay avance, no se hace nada

**b.1 Resultados Evaluación a Corto plazo, 2006 – 2008**

Cuadro 5-91: Metas del PMIRS en Corto Plazo

No.	Metas	Punto
1.1	Del Servicio Público Domiciliario de Residuos Ordinarios. La UESP garantizará una cobertura del 100% en la recolección domiciliaria, y en la disposición final y tratamiento de estos residuos. Este indicador se medirá según lo establezca la Comisión de regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.	4
1.2	Del Componente No domiciliario del Servicio Público de Aseo.	-
1.2.1	Barrido y Limpieza de vías. La UESP garantizará una cobertura del 100% en todas las vías de la malla vial del Distrito Capital, utilizando medios mecánicos en la malla vial arterial. Este indicador se medirá según lo establezca la Comisión de regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.	4
1.2.2	Barrido y Limpieza de Espacios Públicos. La UESP garantizará una cobertura del 100% en la limpieza de los siguientes espacios: *Zonas de cesión obligatoria gratuita no cerradas por particulares. *Antejardines, no cerrados, *Separadores viales, *Glorietas, *Orejas no construidas, *Andenes, *Plazas, plazoletas, *Parques en sus distintas escalas, *Franjas de control ambiental, *Zonas de Manejo y Preservación Ambiental  Este indicador se medirá con base en los metros cuadrados (m2) de espacios públicos que reporte el DAPD a la UESP.	3
1.2.3	Corte de césped: La UESP garantizará una cobertura del 100% en el corte de césped en los espacios público con una frecuencia mínima de 10 veces al año. Este indicador se ajustará según los costos tarifarios aceptados por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico en este componente del Servicio Público de Aseo.	4
1.2.4	Poda de árboles: Atender el 100% de las solicitudes de la entidad pública o los usuarios del Servicio Público de Aseo, previa revisión y asesoría del Jardín Botánico Distrital. Los Prestadores del servicio atenderán las solicitudes encontradas viables por el Jardín Botánico en un plazo máximo de un mes, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos para tal efecto.	4
1.2.5	Disposición final y tratamiento. La UESP garantizará una cobertura del 100% de la Disposición final y tratamiento de los residuos dispuestos en el Relleno Sanitario donde participe el Distrito Capital.	5
1.2.6	Tratamiento de lixiviados. La UESP garantizará una cobertura del 100% del tratamiento de lixiviados que se estimen en la licencia ambiental y el plan de manejo ambiental del Relleno Sanitario, que expida la autoridad ambiental competente.	3
1.3	De la Calidad del Servicio Público de Aseo: La Administración Distrital garantizara el cumplimiento de la calidad y los indicadores de calidad que son establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para la definición de los costos tarifarios y los que proponga la Administración Distrital a la entidad reguladora para lograr el	-

No.	Metas	Punto
	Concepto de "Área Limpia", siempre que los costos de esta calidad sean cubiertos por la tarifa del Servicio Público de Aseo aprobada.	
1.3.1	Número de frecuencias semanales de barrido y limpieza de vías y espacios públicos: Un mínimo de 2 veces por semana y superior a 2 veces por semana en áreas de gran afluencia de público según los análisis periódicos que realice la UESP.	5
1.3.2	Número de frecuencias semanales de recolección domiciliar para el servicio ordinario de aseo: 3 frecuencias semanales para los usuarios residenciales y de pequeños productores.	5
1.4	Recolección de residuos peligrosos: Prestación del servicio de aseo de residuos peligrosos a partir del 2007.	2
1.5	De disposición final de residuos Ampliar la vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana por 7 años más a partir de 2008.	3
1.6	De prevención y atención de emergencias: Contar con Planes de contingencia y atención de riesgos para el 100% del Servicio de aseo a partir de 2008.	4
1.7	De aprovechamiento: Aprovechamiento en 2 instalaciones de escombros, funcionando a partir de 2007.	2
1.8	De Aprovechamiento: Contratación para la Destrucción térmica y/o Aprovechamiento de Biogás en Relleno Sanitario Doña Juana a partir de 2008.	4
1.9	De aprovechamiento: 2 parques de reciclaje funcionando a partir de 2007.	0
1.10	De aprovechamiento Operación de rutas selectiva de recolección de materiales susceptibles de reciclar que recojan el 100% de residuos separados en la fuente a partir del 2007.	2

## b.2 Resultados Evaluación a Mediano plazo, 2009 – 2014

Cuadro 5-92: Metas de PMIRS en Mediano Plazo

No.	Metas	Punto
1.11	Recolección y tratamiento de residuos hospitalarios: La UESP garantizará una cobertura del 100% de recolección de residuos hospitalarios, anatomopatológicos y similares generados por hospitales, clínicas, laboratorios y en general todo establecimiento de la zona urbana Distrito Capital que genere este tipo de residuos entre el 2006 y el 2010.	3
1.12	Recolección de residuos peligrosos: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.	0
1.13	Recolección de escombros: Lograr una cobertura del 100% entre 2006 y 2010.	3
1.14	De información: Contratación de las concesiones para la prestación del servicio de aseo con costos e indicadores de eficiencia en el 2010.	4
1.15	De disposición final de residuos: Reducción hasta en el 20% de los residuos que ingresan en el relleno Doña Juana en un plazo de 10 años	3
1.16	De tarifas: 100% de los usuarios con conocimiento de opciones tarifarias 2009.	1
1.17	De servicio: 12 Alcaldías Locales con sistema de información a usuarios del SPA a partir de 2011.	0

**b.3 Resultados Evaluación a Largo plazo, 2015 – 2019**

Cuadro 5-93: Metas del PMIRS en Largo Plazo

No.	Metas	Punto
1.18	De reciclaje: Reciclar y aprovechar los residuos del Servicio Público de Aseo: 25% desde el 2006 y el 2016.	1
1.19	De centros poblados rurales: Implementación de un manejo integral de residuos sólidos en 10 Centros poblados rurales al 2012.	1
1.20	De reciclaje: 10 centros de acopio de material de reciclaje en 2012.	1
1.21	Del PMIRS: Comité de Seguimiento al PMIRS funcionando a partir de 2007.	4
1.22	De disposición final: Contar con un relleno regional partir de 2016 o cuando la vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana se llegue a su fin.	2

**5.10.2 Evaluación Global**

**a. Sistema Técnico**

**a.1 Residuos Sólidos No Peligrosos**

Sistema técnico	Evaluación
Almacenamiento y descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los ciudadanos generalmente saben qué días tienen el servicio de recolección.</li> <li>En una parte del centro de la ciudad, se hace la recolección nocturna para evitar congestiones de tráfico. Esto genera un tiempo considerable entre la descarga y la recolección, lo que permite que las bolsas se abran por animales o personas que dispersan la basura empeorando las condiciones sanitarias de la ciudad.</li> </ul>
Recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>El servicio convencional, es decir, Recolección, Barrido y Limpieza (RBL), se opera considerablemente bien. La ciudad está dividida en 6 zonas de prestación de servicio. Estas zonas son operados una (1) empresa pública, y tres (3) empresas privadas. El servicio incluye poda de árboles y corte de césped.</li> </ul>
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la ciudad no hay sistema de transferencia y transporte. El área sur de la ciudad está cerca del Relleno Sanitario de Doña Juana, y por lo tanto no es necesario tener estación de transferencia. Sin embargo, la distancia entre el relleno y el área norte es mayor a 30 km y además hay que transportar los residuos en vías congestionadas. Por lo tanto, resulta económicamente razonable el introducir un sistema de transferencia y transporte en esa área.</li> </ul>
Aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>A noviembre de 2012, el reciclaje se hace informalmente por la población recicladora. La sociedad en general no respeta su actividad aunque ellos contribuyen la minimización de residuos sólidos. Para mejorar su actividad eficientemente y su posición en la sociedad, la UAESP y otras entidades distritales están trabajando en su formalización según el Plan de Inclusión que se ha aprobado por la Corte Constitucional. La dirección es buena, sin embargo, es recomendable implementarlo paso a paso, porque establecer un nuevo</li> </ul>



Sistema técnico	Evaluación
	sistema y cambiar el pensamiento y la actitud de la población recicladora y los ciudadanos tarda mucho tiempo.
Disposición final	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aunque la ciudad tiene alrededor de 8 millones de habitantes, tiene único Relleno Sanitario, Doña Juana. Si ocurre un accidente en el relleno o en la vía hacia relleno, la ciudad se llenará con basura hasta que se resuelve el problema.</li> <li>Doña Juana se opera en general buena condición por un consorcio privado, CGR.</li> <li>Dentro del Relleno Sanitario, otra empresa está haciendo un proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio, MDL. El proyecto está solo quemando el gas de Relleno Sanitario, sin embargo hay plan y equipo para convertirlo a gas para comercializarlo.</li> <li>Vida útil del Relleno Sanitario Doña Juana está sujeto a la obtención de licencias ambientales y cantidad de minimización de RSU en el futuro. En caso que se desarrollará la Fase II de la Zona Optimización, ella se llenará entre 2021 y 2022.</li> </ul>

#### a.2 Residuos Sólidos Peligrosos y Escombros

Residuos	Evaluación
Hospitalarios	La empresa, Ecocapital, ofrece servicio de recolección, tratamiento y transporte a una celda especial en el Relleno Sanitario de Doña Juana. Los residuos sólidos hospitalarios se maneja en buena forma.
Otros residuos médicos	No está establecida un sistema que maneja residuos sólidos de pequeños médicos y clínicas. Sin embargo, la empresa ECOCAPITAL presta servicio en estos centros.
Peligrosos de fuente no industriales	No hay sistema de residuos peligrosos generados de casas y pequeños negocios como pilas, bombillos, pinturas, etc.
Escombros	Escombros contaminados o mixtos que se recoge por el servicio de aseo son heterogéneos (que contienen metales, plásticos, papel, yeso, etc.). No son adecuados para reciclaje, y tampoco son admitidos para la disposición en las escombreras, en la actualidad el Relleno Sanitario queda como la única alternativa para su disposición final.

#### b. Sistema Legal e Institucional

Colombia en general ha establecido un sólido sistema legal e institucional. El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible tienen competencia sobre manejo de residuos sólidos. El primero desde punto de vista de servicio público y el segundo desde un punto de vista de medio ambiente. Por su parte, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) establece la tarifa y la calidad del servicio, por último la Superintendencia de Servicio Público supervisa a los operadores del servicio de aseo.

Por su parte, Bogotá, D.C. cuenta con un buen sistema legal e institucional como ciudad capital del país. La UAESP, la Secretaría de Ambiente, la Secretaría de Salud, la Secretaría Planeación, etc. Son las entidades encargadas del manejo integral de residuos sólidos.

### c. Sistema Financiero

El sistema tarifario es establecido por la CRA. La tarifa de aseo se factura junto con la de agua y alcantarillado por la Empresa Agua y Alcantarillado de Bogotá. Tasa de recaudación es muy alta, mayora a 90 %. El sistema funciona bien hasta el momento.

### 5.10.3 Retos para mejorar y asegurar el Manejo actual de Residuos Sólidos

La nueva política de la administración distrital es “Basura Cero” y la implementación del “Plan de Inclusión” de los recicladores de oficio. Mientras tanto, el sistema actual de manejo de residuos sólidos presenta grandes debilidades como; no existe un sistema formal de reciclaje, no se ha introducido tecnologías alternativas de tratamiento o manejo, existe único Relleno Sanitario (Doña Juana) y no se ha establecido un manejo para los residuos peligrosos de fuente no industriales.

Mirando las nuevas políticas y las debilidades existentes, los retos para el futuro MRS serán:

- Establecer metas, como por ejemplo la tasa de reciclaje y la tasa de disposición final,
- Contar con varios sitios de disposición final y operar una planta de aprovechamiento si es factible,
- Establecer el sistema de transferencia y transporte paso a paso, teniendo una mayor prioridad el área norte de la ciudad,
- Construir y operar parques de reciclaje en conjunto con la estación de transferencia si es factible,
- Establecer un sistema de recolección separada de materiales reciclables según el Plan de Inclusión,
- Establecer un sistema de recolección, tratamiento y disposición final de residuos peligrosos de fuente no industriales, y
- Establecer un claro concepto de minimización, como 3Rs, hacia Basura Cero y diseminarlo a los ciudadanos.

# PARTE II



# Capítulo 1

---

*Proyecto Modelo Alquilería*

# 1 Proyecto Modelo Alquería

## 1.1 Objetivo

El Proyecto Modelo Alquería (denominado AMP de aquí en adelante) tiene siguientes objetivos:

- La recolección de residuos reciclables que introduce la Alcaldía Mayor de Bogotá es un servicio público, que se realiza dentro del marco del manejo integral de residuos sólidos, por lo tanto es necesario realizar el AMP para garantizar la calidad del servicio de recolección de residuos.
- Establecer el área objeto de AMP y ofrecer el servicio de recolección de residuos reciclables a todos los generadores de dicho área. Por otro lado, se realizan actividades para obtener comprensión de la comunidad sobre el nuevo método de entrega y su participación.
- Revisar la viabilidad de la recolección de residuos reciclables realizada por parte de una organización de recicladores en una parte del área objeto.
- Identificar problemas y retos de la recolección separada, a través de la revisión del grado de participación de la comunidad, la pertinencia del diseño del sistema de recolección, el costo de recolección, etc., con el fin de obtener información base para planificar la ampliación del servicio de la recolección separada al distrito capital entero.

## 1.2 Condiciones de planificación

- Realizar el servicio en el área establecida
- Utilización de una organización de recicladores (según la necesidad, se pone en práctica su participación en una zona determinada)
- Mejoramiento del Centro de Acopio de La Alquería (Instalación de la banda transportadora)
- Realización de actividades de la sensibilización de la comunidad

### 1.3 Aspectos del plan de ejecución que definir y el responsable

Cuadro 1-1: Aspectos del plan de ejecución y el responsable

Aspectos grandes	Aspectos medianos	Responsable	Colaboración
1. Definición del área objeto	—		Empresa operadora Inspector + organización de recicladores
2. Sistema de almacenamiento y entrega de residuos reciclables	2.1 Categorías de entrega		
	2.2 Categorías de separación de residuos reciclables		
	2.3 Frecuencia de entrega		
	2.4 Horario de entrega		
	2.5 Envase y método de entrega		
	2.6 Lugar de entrega		
3. Sistema de recolección y transporte	3.1 División de servicios de recolección y el método de recolección		Empresa operadora Inspector + organización de recicladores
	3.2 Definición de equipos de recolección necesarios		
	3.3 Definición de rutas de recolección		
	3.4 Sistema de administración del trabajo de recolección		
4. Clasificación de residuos en el Centro de Acopio de La Alquería	4.1 Mejoramiento de la instalación		
	4.2 Sistema de clasificación (el flujo del trabajo)		
	4.3 Sistema de clasificación (asignación del personal)		
	4.4 Administración financiera		
5. Sistema de monitoreo	5.1 Monitoreo a través de la administración de datos		
	5.2 Monitoreo a través de la visita periódica al sitio		
6. Sensibilización de la comunidad	6.1 Estudio de la Línea base 6.2 Definición del plan de sensibilización de la comunidad 6.3 Ejecución de las actividades 6.4 Estudio sobre la consciencia de la comunidad (verificación del resultado)		Empresa operadora Inspector + organización de recicladores, Secretaría de Salud

## 1.4 Contenido del Plan

### 1.4.1 Definición del área objeto

#### a. Alcance del área objeto

La capacidad de tratamiento del centro de acopio de La Alquería que se organiza en el AMP se calculó como lo siguiente:

- Capacidad de tratamiento de La Alquería: 30t/día

#### 【Soporte del cálculo】

- En cuanto al Centro de Acopio de La Alquería actual, el área del lote es de 2.900m<sup>2</sup> y el área construida es de 1.000 m<sup>2</sup>.
- Para incrementar la capacidad de tratamiento a máximo bajo estas condiciones, es necesario analizar la posibilidad de introducir la clasificación en la banda. Se analizó el número máximo de los clasificados que se puedan trabajar en la banda, teniendo en cuenta el área construida actual, y se obtuvo como resultado 25 clasificadores.
- A continuación se muestra el resultado del ejercicio:  
 $25 \times (0,9/1.000) \times (21 \times 60) = 28.4t \approx 30t/día$ 
  - 25: el número de los clasificadores que puedan trabajar en la línea de banda
  - 0.9kg/min./persona: La capacidad promedio de clasificación por clasificador obtenida a través de la medición realizada en La Alquería = 40kg/11min./4persona
  - 21 horas/día (en 3 turnos): el tiempo de operación

La superficie del área objeto y la población (el número de hogares) que se puede cubrir por esta escala de la instalación se calcularon como lo siguiente.

- Superficie del área objeto: 7,47km<sup>2</sup> (2,7km×2,7km)
- Población total y el número de hogares del área objeto: 145.000 personas y 40.000 hogares

#### 【 Soporte del cálculo】

- Volumen promedio diario de recolección de residuos urbanos en el año 2011:  
 $4.786+510=5.296 \approx 5.300t/día$ 
  - Volumen de recolección de residuos residenciales: 4.786t/día
  - Volumen de recolección de residuos de grandes generadores: 510t/día
- Población: 7.467.804 personas (Número promedio de miembros por hogar: 3,6 personas/hogar)
- Volumen de recolección por día y por persona de residuos urbanos:  
 $5.296/7.467,804=0,709kg \approx 0,71kg$
- Volumen de residuos reciclables generados por persona por día:  $0,71 \times 20\% = 0,142kg$ 
  - 20%: El porcentaje de residuos reciclables obtenido por el estudio de caracterización
- Volumen de residuos reciclables recolectados por La Alquería cuya capacidad instalada es de 30t:  $30t \times (1-20\%) = 24t/día$ 
  - 20%: Tasa de rechazos que están mezclados en residuos reciclables

- Volumen promedio de generación de residuos reciclables por día:  $24t \times 6/7 = 20,57t/\text{día}$   
Frecuencia de la recolección de residuos reciclables: 6 días por semana ( $=6/7$ )
- Población objeto que pueda atender La Alquilería:  
 $(20,57 \times 1.000) / 0,142 = 144.859 \approx 145.000$  personas (40.000 hogares)
- Densidad poblacional de Bogotá: 194 personas/ha
- $145.000 \text{ personas} / 194 \text{ personas} = 747 \text{ ha} = 7,47 \text{ km}^2 = 2,7 \text{ km} \times 2,7 \text{ km}$

**b. Método de selección del área objeto**

- Se recomienda seleccionar como área objeto del AMP, seleccionar barrios residenciales y barrios comerciales.
- La recolección de residuos reciclables de barrios residenciales la realiza una empresa operadora tal como hacía hasta ahora, y la recolección de residuos reciclables de barrios comerciales la realiza una organización de recicladores. (teniendo en cuenta el volumen que se pueda recolectar).
- En cuanto a la selección de los barrios objeto, se recomienda seleccionar varios barrios residenciales y comerciales entre los barrios objeto actual, donde se observa buen grado de participación de la comunidad, con la ayuda del operador actual y la empresa interventora. En cuanto a barrios residenciales se recomienda seleccionar unos barrios compuestos por diferentes estratos.
- Se debe seleccionar el área objeto (los barrios objeto) teniendo en cuenta el número de hogares y la superficie anteriormente mencionados.
- A través de reunión con la organización de recicladores que se encarga de la recolección, transporte y clasificación, se debe identificar y definir los barrios objeto de su recolección entre los barrios objeto de AMP.
- Se debe aclarar y establecer la población por barrio, el número de hogares y el volumen de residuos objeto del nuevo AMP.
- La empresa operadora y la organización de recicladores deben diseñar respectivamente las rutas de recolección de los barrios correspondiente, teniendo en cuenta las rutas de recolección actual.



## 1.4.2 Sistema de almacenamiento y entrega

### a. Categoría de separación para la entrega

Según la categoría candidata actual, se analizó la separación de entrega más adecuada al AMP tal como se muestra en el siguiente cuadro. Teniendo la limitación de la capacidad de tratamiento de La Alquería y la separación que se pueda realizar la transición relativamente fácil desde el proyecto piloto actual, se escogió aplicar la separación en dos categorías; “residuos reciclables y otros residuos”:

Cuadro 1-2: Análisis de categoría de separación

	Número de categorías	Categoría de separación	Contenido del análisis
Adoptado	2 (Actual)	Residuos reciclables y otros residuos	Estas categorías de separación están utilizadas en el proyecto piloto actual, por eso, si se aplica para el AMP, causa menos confusión en la comunidad. La escala de la instalación de la Alquería no tiene que ser grande.
	2	Residuos de cocina (residuos húmedos) y otros residuos secos	Son las categorías de separación más fáciles de entender para la comunidad. Pero bajo esta categoría, llegará más cantidad de rechazos a la Alquería, por eso se requerirá una instalación más grande.
	3	Residuos reciclables, residuos de cocina y otros residuos	Cuando ya se defina la manera del aprovechamiento de residuos de cocina, se podrá hacer la transición a tres categorías, incluyendo residuos de cocina.
	Separación por tipo	Residuos reciclables separados por tipo, residuos de cocina y otros residuos	Después de difundirse bien dos categorías y tres categorías de separación entre la comunidad, aplicar esta separación por tipo. Esto aumenta la carga a la comunidad.

### b. Categorías de clasificación de residuos reciclables

Se analizaron las categorías de clasificación de residuos reciclables tal como se muestra en el cuadro 1.3. Hay artículos cuyo precio muestra una tendencia de baja. Teniendo en cuenta el comportamiento del precio y la capacidad de almacenamiento de La Alquería y buscando nuevos destinos de la venta, para el AMP se plantea clasificarlos en las siguientes categorías:

Cuadro 1-3: Categorías de clasificación de residuos reciclables

Categorías de clasificación		Actual	Artículo cuyo precio está bajando	Categorías de clasificación del AMP
Plásticos	(1) PET	↓		↓
	(2) Plásticos blandos	↓		↓
	(3) Plásticos rígidos	↓		↓
	(4) Polipropileno	↓	↓	↓
	(5) Icopor	↓	↓	↓
Papeles	(6) Archivos	↓		↓
	(7) Periódicos	↓	↓	↓
	(8) Cartones	↓		↓
	(9) Plegadiza	↓	↓	↓
	(10) Tetrapack	↓	↓	↓
Metales	(11) Ferrosos	↓		↓
	(12) Aluminios	↓		↓
(13) Vidrios		↓	↓	↓

**c. Frecuencia de entrega**

Se plantea establecer la frecuencia de entrega (de residuos reciclables) de una vez por semana y definir el día de recolección para no cruzar con el día de recolección de otros residuos.

Cuadro 1-4: Frecuencia de entrega

categoria	Frecuencia de entrega
Residuos reciclables	1 vez por semana
Otros residuos	3 veces por semana

**d. Horario de entrega**

Según el resultado del análisis que se muestra en el cuadro 1.5, la recolección para el AMP se establece en el horario diurno.

El horario de recolección de cada barrio se establece según el número de viajes que haga al día el vehículo de recolección y se debe difundirlo bien entre la comunidad.

Cuadro 1-5: Horario de entrega

Recolección diurna		Recolección nocturna	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los hogares en que no queda nadie durante el día, no pueden sacar los residuos a la hora de recolección, por lo tanto deben sacarlos antes de ir a trabajar.</li> </ul>	Δ	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para la comunidad es más fácil sacarlos, por no tener limitación del horario.</li> </ul>	○
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe capacitar a los recolectores sobre la correcta entrega para que ellos pueda dar instrucciones a la comunidad. Para eso, es más fácil de hacer vigilancia sobre el estado de separación durante el día.</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>Para los recolectores es más difícil de confirmar el estado de separación.</li> </ul>	×
<ul style="list-style-type: none"> <li>Si la comunidad saca residuos a la hora citada, se puede evitar la dispersión de residuos por otros recicladores o perros.</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede causar la dispersión de residuos, por la búsqueda que realizan otros recicladores individuales o animales.</li> </ul>	×
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede adherir más fácilmente el hábito de separación a la comunidad.</li> </ul>	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se puede adherir fácilmente el hábito de separación a la comunidad.</li> </ul>	×
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se puede meterse fácilmente en la congestión del tráfico.</li> </ul>	×	<ul style="list-style-type: none"> <li>No se mete fácilmente en la congestión del tráfico.</li> </ul>	○

Nota: ○: apto, Δ: intermedio, ×: no apto.

#### e. Envase y método de entrega

El objetivo grande de definir el envase de entrega es separar residuos reciclables claramente de residuos de otras categorías. En el AMP, como se establece el día de recolección de residuos reciclables distinto que el día de recolección de otros residuos, no se requiere establecer el envase especial de entrega. Sin embargo, es necesario dar instrucciones sobre la manera adecuada de entregar residuos voluminosos tales como cartones e icopores, por ejemplo atarlos para evitar la dispersión, para ello se debe difundir la información sobre la adecuada entrega a través de material didáctico como el folleto.

En cuanto a conjuntos residenciales, se debe obligar la instalación de un envase exclusivo para residuos reciclables. También se debe dar instrucciones a los administradores (empresas administradoras) de conjuntos residenciales para que en cada conjunto se defina la manera de entrega de residuos reciclables y que se difunda esa información dentro del conjunto.

#### f. Lugar de entrega

El lugar de entrega de residuos reciclables es la parte frontera de cada hogar (en curvas).

En conjuntos residenciales está establecido un espacio para la entrega de residuos. Pero en la situación actual, ese espacio es común para residuos reciclables y los otros residuos. Por lo tanto, en cuanto a los conjuntos residenciales es importante dar instrucciones a sus

administradores para que se separe el envase de residuos reciclables del envase para otros residuos.

**1.4.3 Sistema de recolección y transporte**

**a. División del servicio de recolección y el método**

En el área objeto del AMP, la empresa operadora y la organización de recicladores ofrecerán servicio de recolección con el siguiente contenido:

Cuadro 1-6: División del servicio entre empresa operadora y la organización de recicladores

Aspecto	Empresa operadora	Organización de recicladores
Área objeto	Principalmente zonas residenciales	Principalmente zonas comerciales Se definen a través de la reunión con la organización.
Método de recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección directa (los residuos entregados por generadores se recolectan directamente y se cargan en el vehículo).</li> <li>Recolección en un horario establecido</li> <li>Se utiliza la música para avisar a la comunidad la llegada del vehículo de recolección.</li> </ul>	<p>Caso 1: recolección indirecta</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recolección primaria de residuos por parte de recicladores miembros de la organización</li> <li>Se establece el horario de recolección.</li> <li>Se debe avisar a la comunidad la recolección (¿cómo?)</li> <li>Reunir los residuos recogidos por la recolección primaria en un punto determinado de la zona.</li> <li>El vehículo de recolección recoge los residuos reciclables reunidos en un punto determinado.</li> </ul> <p>Caso 2: Recolección directa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El mismo método que la empresa operadora</li> </ul>
Asignación del personal para la recolección	Un (1) conductor Dos (2) recolectores (actualmente uno)	<p>Caso 1:</p> <p>Un (1) conductor Un (1) recolector + recicladores miembros para la recolección primaria</p> <p>Caso 2:</p> <p>Un (1) conductor Dos (2) recolectores</p>

**b. Selección de vehículo de recolección y el número de vehículos necesarios**

Como se muestra en el siguiente cuadro, se obtuvo como el número necesario de vehículos de recolección 6 vehículos. Este cálculo se realizó con la hipótesis de que cada vehículo de recolección haga 4 viajes por día (como máximo).

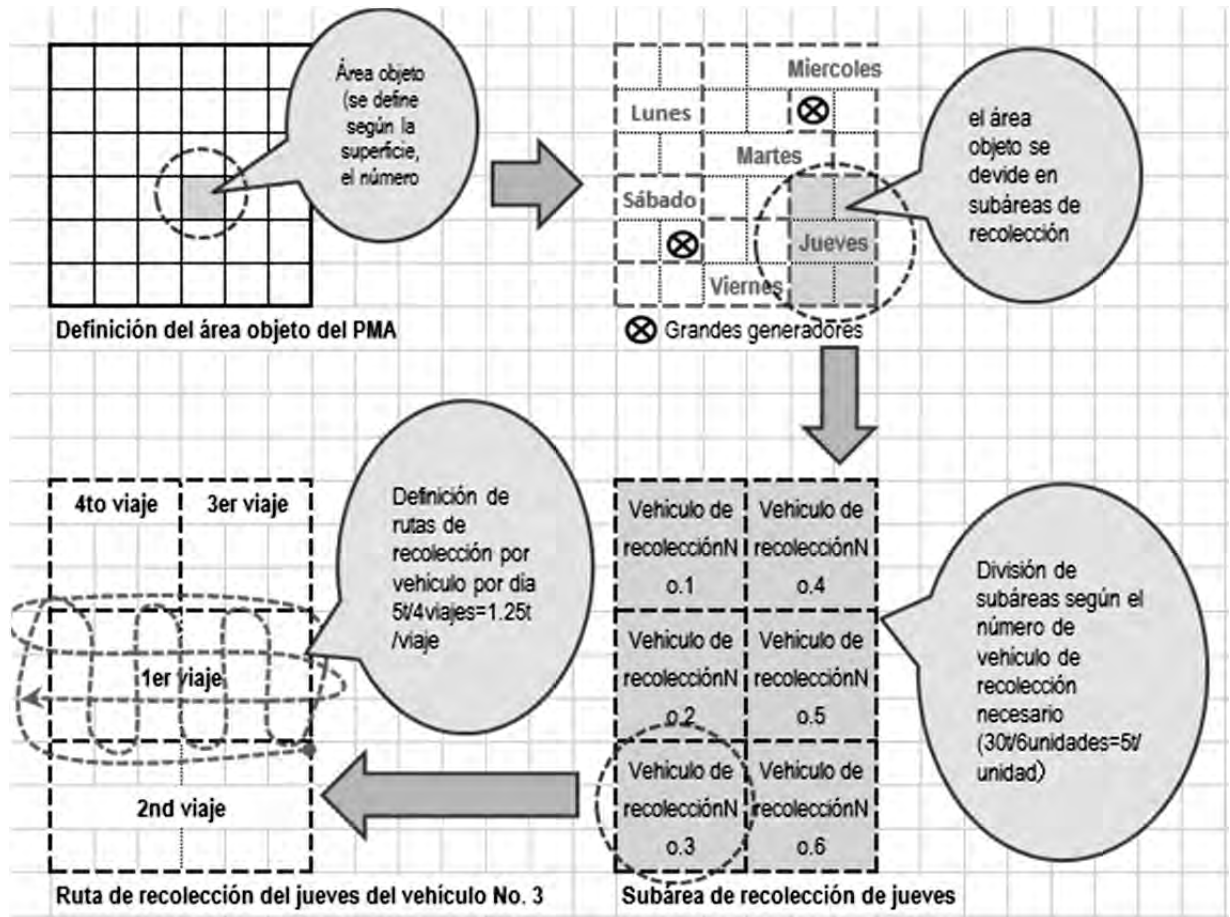
Cuadro 1-7: Número necesario de vehículos de recolección

Aspecto	Cantidad	Condición
Tipo de vehículo	Camión de contenedor tipo volquete	
Capacidad de carga por vehículo (peso)	27m3(6t)	
Densidad aparente de residuos	0,05t/m3	Medido en la Alquería
Peso máximo de residuos cargados en el vehículo	1,35t/viaje	27×0,05
Número de viaje por vehículo por día	4viajes/día	(4horas/viaje×2viajes)/turno×2turnos
Suma del peso de residuos por vehículo	5,4t/día	1,35×4
Peso promedio de residuos reciclables recolectados por día	30t/día	Hipótesis: la capacidad de la instalación es 30t por día.
Número de vehículos necesario	5,6→6 vehículos	30,0/5,4

	
Vehículo de recolección que se utiliza actualmente en el proyecto piloto	Parlante que avisa la llegada del vehículo de recolección a la comunidad

**c. Definición de rutas de recolección**

A continuación se muestra el método para definir rutas de recolección. Si se recolecta 30 toneladas de residuos reciclables al día, se requiere establecer las rutas para cubrir 144 viajes por semana (6 vehículos x 4 viajes/día x 6 días/semana).



**d. Sistema de administración del trabajo de recolección**

En el siguiente cuadro se muestran los aspectos objeto de administración relacionados con el trabajo de recolección de la organización de recicladores.

Cuadro 1-8: Sistema de administración del trabajo de recolección

Aspecto	Contenido
Personal relacionado con la recolección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Personal administrativo: 5 Personas (administración de la oficina y el sitio de parqueo de vehículos)</li> <li>Conductores: 1 x número de vehículos + 1 en reserva</li> <li>Recolector: 2 x número de vehículos + 2 en reserva</li> </ul>
Administración de vehículos	<p>Para asegurar un buen funcionamiento del servicio de recolección, se requiere establecer el siguiente sistema de administración de vehículos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aseguramiento del sitio de parqueo</li> <li>Promoción de la limpieza del vehículo al terminar el trabajo</li> <li>Elaboración y aplicación del manual de visión diaria y revisión periódica</li> <li>Dotación de los equipos para la revisión diaria</li> <li>Sistema de ejecución de administración de vehículos</li> </ul>
Administración del personal de recolección	<p>Con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores y ofrecer el servicio confiable a los usuarios, se debe establecer un sistema de administración del personal de recolección teniendo en cuenta los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejecución de capacitación y entrenamiento para realizar trabajo seguro, eficiente y con buena ética.</li> <li>Control de salud</li> <li>Uso del uniforme y los protectores</li> </ul>

#### 1.4.4 Clasificación en La Alquería

##### 1.4.4.1 Mejora de la instalación

###### a. Objetivo

Actualmente en la Alquería se realiza la clasificación en mesas fijas. Los residuos mezclados objeto de clasificación se transporta hasta las mesas por persona. Pero para garantizar la seguridad de los trabajadores e incrementar la eficiencia del trabajo se plantea introducir la clasificación en la banda transportadora.

###### b. Resumen del plan

- (a) Capacidad de tratamiento: 30 t/día
- (b) Número de días de operación al año: 300 días/año
- (c) Tiempo de operación: 19,5 horas/día (3 turnos)
- (d) Categorías de clasificación y su composición

Cuadro 1-9: Categorías de clasificación y su composición

Categorías de clasificación	Residuos reciclables	
	tonelada/día	wt %
(1) PET	3,4	11,4
(2) Plásticos blandos	3,5	11,7
(3) Plásticos rígidos	2,8	9,3
(4) Polipropileno	0,1	0,3
(5) Archivos	3,3	11,0
(6) Periódicos	2,6	8,6
(7) Cartones	3,4	11,4
(8) Ferrosos	1,4	4,8
(9) Aluminios	0,1	0,3
(10) Vidrios	3,3	11,0
(11) Rechazos	6,1	20,0
Total	30,0	100,0

La densidad aparente de residuos reciclables (promedio) se establece como lo siguiente:

$$\underline{0,04 \text{ tonelada/m}^3}$$

- (e) Número de líneas: Clasificación manual: 30,0 toneladas/19,5horas x 1 línea

###### c. Flujo del trabajo

En el dibujo 1 se muestra el flujo del trabajo.

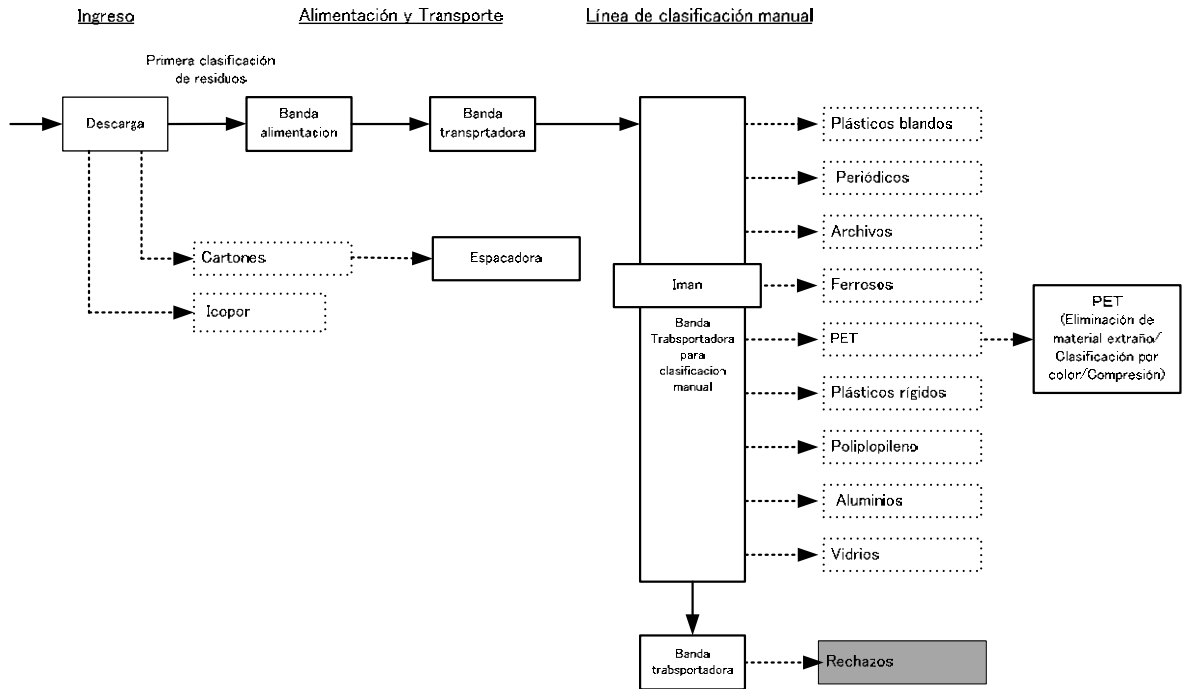


Figura 1-1: Flujo del trabajo de clasificación manual

Según la densidad aparente obtenida por el estudio, se calculó el volumen de cada recurso reciclable cuyo resultado se muestra en el cuadro 1.10.

Cuadro 1-10: Volumen de recursos reciclables (referencia)

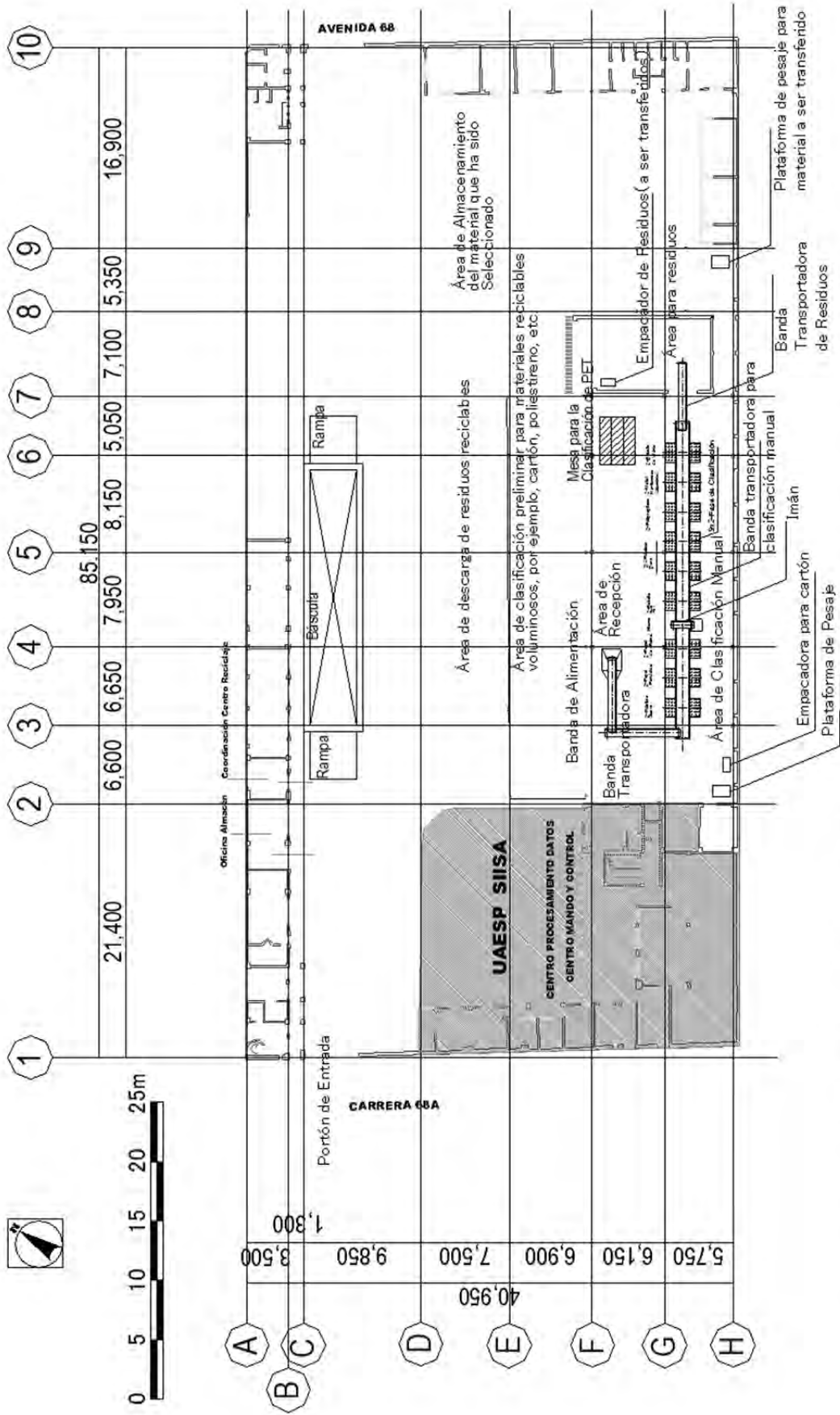
Categoría de clasificación	Peso ingresado	Densidad aparente	Volumen
	ton/día	kg/m3	m3/día
(1) PET	3,4	20	170,0
(2) Plásticos blandos	3,5	20	175,0
(3) Plásticos rígidos	2,8	50	56,0
(4) Polipropileno	0,1	20	5,0
(5) Archivos	3,3	210	15,7
(6) Periódicos	2,6	280	9,3
(7) Cartones	3,4	600	5,7
(8) Ferrosos	1,4	90	15,6
(9) Aluminios	0,1	30	3,3
(10) Vidrios	3,3	300	11,0
(11) Rechazos	6,1	200	30,5
Total	30,0	---	---

**d. Distribución (Layout) de instalación**

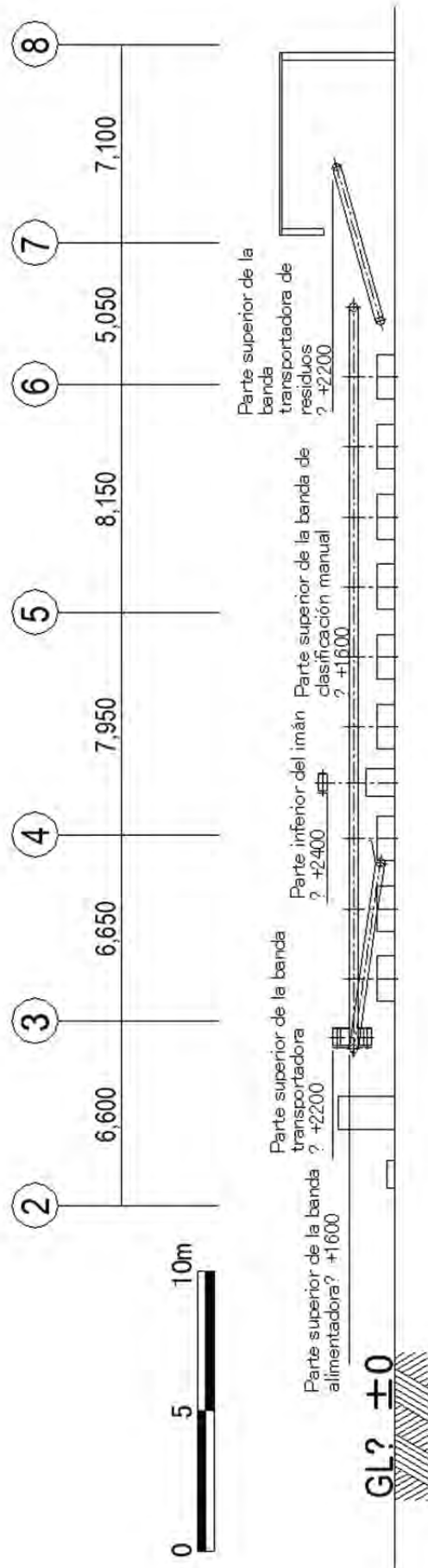
En los siguientes cuadros respectivamente se muestra el layout de la instalación de la Alquería para la clasificación manual y su corte.



1 Proyecto Modelo Alquería



Plano Esquemático de la Instalación de Reciclaje "Alquería" (Clasificación Manual por Banda Transportadora)



Sección Transversal de la Instalación de Reciclaje "Alquería" (Clasificación Manual por Banda Transportadora)

#### 1.4.4.2 Sistema de clasificación

##### a. Proceso del trabajo

El proceso del trabajo del AMP será el siguiente:

- a) Pesaje: Se pesa en la báscula de camiones el peso de residuos recolectados
- b) Descarga: Los residuos se descarga después del pesaje en el “sitio de recepción de residuos reciclables”.
- c) Clasificación de residuos voluminosos: entre los residuos descargados, se eliminan los residuos voluminosos tales como cartones e icopores en el “sitio de separación de residuos reciclables”, antes de la línea de la banda transportadora.
- d) Alimentación de residuos reciclables: Los residuos reciclables objeto de clasificación manual pasan por “el sitio de recepción de residuos reciclables”, “la banda de alimentación”, “la banda de transporte” y “la banda de clasificación manual”.
- e) Clasificación de residuos reciclables: En la banda de clasificación manual se realiza la separación en el siguiente orden:
  - Plásticos blandos ×2 puestos de trabajo
  - Periódicos ×2
  - Archivos ×2
  - Imán
  - PET ×2
  - Plásticos rígidos ×4
  - Polipropileno ×2
  - Metales no ferrosos (aluminio) ×2
  - Vidrios ×2
  - Rechazos
- f) Embalaje comprimido: los cartones separados se comprimen con la embaladora y se guardan en el sitio de almacenamiento.
- g) Clasificación de PET: a las botellas de PET separadas se les quitan etiquetas y tapas en la mesa de clasificación de PET, se clasifican en colores (verde, ámbar, azul y blanco) y luego se guardan en el depósito de almacenamiento.
- h) Disposición de rechazos: Los rechazos que se quedan se transportan automáticamente al sitio de rechazos y luego de ser comprimidos por la embaladora y se guardan en el sitio de almacenamiento. Al acumular una cierta cantidad, se transportan al relleno.
- i) Inventario de recursos: se almacenan hasta llegar a cierta cantidad (rechazos y recursos reciclables).

##### b. Instalación y equipos principales

A continuación se muestran principales equipos y el contenido de instalación después de las mejoras planteadas. El detalle se muestra en el anexo.

- a) Depósito para el almacenamiento de recursos reciclables: 750m<sup>3</sup> (= 30,0/0,04)
- b) Depósito para el almacenamiento de cartones: 5,7 m<sup>3</sup> (= 3,4/0,6)
- c) Banda de alimentación (desde el depósito hasta la banda transportadora)  
Tipo: Banda transportadora con ranura (con los bordes elevados)  
Capacidad del diseño: 2,5 toneladas/hora
- d) Banda transportadora (desde la banda de alimentación hasta la banda de clasificación manual)

- Tipo: Banda transportadora plana (con los bordes elevados)  
Capacidad del diseño: 3,8 toneladas/hora
- e) Banda de clasificación manual  
Tipo: Banda transportadora plana (con dispositivo de seguridad)  
Capacidad del diseño: 3,3 toneladas/hora
- f) Banda transportadora de rechazos (desde la banda de clasificación manual hasta el depósito de rechazos)
- g) Tipo: Banda transportadora plana (con los bordes elevados)  
Capacidad del diseño: 5,0 toneladas/hora
- h) Imán en el proceso de la clasificación manual (se separan mecánicamente los materiales ferrosos)  
Tipo: colgado  
Certeza (meta): más de 90% en cuanto a ferrosos, tasa de recuperación debe ser mayor que 95%  
Capacidad: 0,1 ton
- i) Depósito para el almacenamiento de plásticos blandos: 17,5m<sup>3</sup> (= 3,5/0,2)
- j) Depósito para el almacenamiento de periódicos: 6,5 m<sup>3</sup> (= 2,6/0,4)
- k) Depósito para el almacenamiento de archivos: 16,5 m<sup>3</sup> (= 3,3/0,2)
- l) Depósito para el almacenamiento de ferrosos: 8,9 m<sup>3</sup> (= 1,4/0,09)
- m) Depósito para el almacenamiento de PET: 1670m<sup>3</sup> (= 3,4/0,02)
- n) Depósito para el almacenamiento de plásticos rígidos: 14 m<sup>3</sup> (= 2,8/0,2)
- o) Depósito para el almacenamiento de polipropileno: 1,0 m<sup>3</sup> (= 0,1/0,1)
- p) Depósito para el almacenamiento de aluminios: 3,3 m<sup>3</sup> (= 0,1/0,03)
- q) Depósito para el almacenamiento de vidrios: 11,0 m<sup>3</sup> (= 3,3/0,3)
- r) Depósito para el almacenamiento de rechazos: 15,3 m<sup>3</sup> (= 6,1 /0,4)

**c. Sistema de administración de operación**

Se plantea lo siguiente sobre el sistema de administración de operación:

Cuadro 1-11: Sistema de administración de operación

Área	Personal
Administrativa	4 personas
Separación	4personas/turno
Alimentación	4personas/turno
Clasificación	18personas/turno
Transporte interno	6personas/turno
Total	32personas/turno En total 96 personas

**d. Principales destino de recursos reciclables y condiciones de venta**

Antes de iniciar la operación de nueva Alquilería se debe definir los destinos de la venta, el precio unitario y las condiciones de venta.

Cuadro 1-12: Principales destino de recursos reciclables y condiciones de venta

Tipo	Destino	Precio unitario	Condiciones de venta
PET			
Plásticos blandos			
Plásticos rígidos			
Polipropileno			
Archivos			
Periódicos			
Plegables			
Cartones			
Ferrosos			
Aluminios			
Vidrios			
Icopores			

#### 1.4.4.3 Administración financiera

A continuación se muestra el estado financiero de la asociación de recicladores (actual) y la Alcaldía Mayor de Bogotá.

Cuadro 1-13: Aspectos financieros administrados por la asociación de recicladores

Aspectos		AMP	Resultado del PP actual
Volumen de residuos	Volumen de residuos ingresados (t/mes)		300
	Volumen de recursos reciclables por categoría (t/mes)		230(total)
	Volumen de rechazos (t/mes)		70
Ingresos	Precio unitario de venta de recursos reciclables por categoría (\$/kg)		287(promedio)
	Ingresos por la venta de recursos reciclables por categoría (\$/mes)		66.000.000(total)
	Prestación del servicio (recolección y transporte)		—
	Prestación del servicio (operación de la Alquería)		
	Total de ingresos		
Gastos	Gastos personales		65.300.000
	Costo de recolección por rubro y otros gastos administrativos		—
	Costo de operación de la Alquería		5.893.800(total)
	Total de gastos		71.193.800
Balance			

Cuadro 1-14: Aspectos financieros administrados por la Alcaldía

Aspectos		AMP Resultado
Ingresos	Tarifa (el número de hogares y oficinas objeto)	
Gastos	Pago al concesionario (recolección y transporte)	
	Pago al concesionario (operación de la Alquilería)	
	Total de gastos	
Balance		

**1.4.5 Sistema de monitoreo**

Con el fin de evaluar e identificar problemas (retos) se realizará el monitoreo a través de la administración de datos y visitas periódicas al sitio.

Para poder comparar el resultado del AMP con el proyecto piloto actual, se debe registrar datos tales como la cantidad recolectada por vehículo y por viaje, la distancia recorrida, el tiempo de recolección y costos.

**a. Monitoreo a través de la administración de datos**

Cuadro 1-15: Aspectos de monitoreo y datos necesarios

Aspectos	Datos	Método de monitoreo
1. Recolección		
1.1 Trabajo de recolección		
a. Volumen recolectado	Por vehículo por viaje	Datos de la báscula de camiones
b. Distancia recorrida	Por vehículo por viaje	Reporte diario de conductor
c. Tiempo de recolección	Por vehículo por viaje	Reporte diario de conductor
1.2 Costos de recolección		
d. Costo personal	Costo total personal mensual	Datos de la contabilidad
e. Costo de combustible	Costo de combustible por vehículo por mes	Datos de la contabilidad
f. Mantenimiento	Costo de mantenimiento por vehículo por mes	Datos de la contabilidad
g. Otros gastos administrativos	Gastos administrativos por mes	Datos de la contabilidad
1.3 Evaluación de datos		
Evaluación de costos	Costo/viaje, costo/, costo/km, costo/tiempo	
Rutas de recolección	Volumen recolectado/viaje, recorrido/viaje, tiempo/viaje	
Eficiencia de recolección	Volumen recolectado/tiempo, Volumen recolectado/km	
2. Clasificación		
2.1 Trabajo de clasificación		
h. Volumen clasificado (por categoría)	Volumen clasificado por día (por categoría)	Datos de administración de trabajo
i. Clasificadores	Número de clasificadores por día	Datos de administración de trabajo
j. Tiempo de clasificación	Tiempo de operación por día	Datos de administración de trabajo
2.2 Costo de clasificación		
k. Costo personal	Costo total del personal por mes	Datos de la contabilidad

Aspectos	Datos	Método de monitoreo
l. Servicios públicos (energía, agua, etc.)	Costo de servicios públicos por mes	Datos de la contabilidad
m. Otros gastos administrativos	Gastos administrativos por mes	Datos de la contabilidad
2.3 Venta de recursos		
n. Volumen de venta (por categoría)	Volumen de venta por mes (por categoría)	Datos de la contabilidad
o. Precio unitario (por categoría)	Comportamiento del precio unitario	Datos de la contabilidad
o. Monto de venta (por categoría)	Monto de venta por mes (por categoría)	Datos de la contabilidad
2.4 Evaluación de datos		
Evaluación de costos	Costo/volumen clasificado, costo/clasificador, costo/tiempo de clasificación	
Eficiencia de trabajo	Volumen clasificado/clasificador, volumen clasificado/tiempo de clasificación	
Tasa de rechazo	Volumen de rechazo/volumen recolectado	

**b. Monitoreo a través de visitas periódicas al sitio**

El personal de la Alcaldía (UAESP) debe realizar recorrido periódico para evaluar la ética de entrega de la comunidad y la calidad del servicio de recolección.

## **1.5 Sensibilización de la comunidad**

### **1.5.1 Directrices**

Las actividades de sensibilización de la comunidad en el AMP se realizarán bajo las siguientes directrices:

- Entre el 1 de enero de 2008 y el 16 de marzo de 2012 las operadoras privadas (Aseo Capital, Limpieza Metropolitana (LIME), Aseo Técnico de la Sábana (ATESA) y Ciudad Limpia Bogotá) han realizado deferentes actividades de sensibilización de la comunidad para promocionar la separación de residuos, en las Rutas de Recolección Selectiva (RRS) correspondiente (expresado por el Sr. Mauricio). Para realizar actividades de sensibilización en el AMP, se debe compartir experiencia y lección con ellos con el fin de reflejarlas en las nuevas actividades.
- Las actividades de sensibilización de la comunidad que se realizan en el AMP deben estar coordinadas con las actividades de sensibilización realizadas en el marco de Basura Cero y Plan de Inclusión.
- Para realizar actividades de sensibilización se requiere asignar efectivamente el personal en gran escala, para eso, se debe tener reunión periódica con otras entidades relacionadas (las operadoras privadas, ORAs, el interventor, la Secretaría de Salud, el sector académico, etc.), además de funcionarios de la UAESP, con el fin de establecer alianza.

### **1.5.2 Objetivo**

Las actividades de sensibilización AMP tienen los siguientes objetivos:

- Establecer una metodología modelo de sensibilización de la comunidad que pueda utilizar la UAESP para difundir el mismo esquema al distrito entero, luego de la realización del AMP.
- Incrementar la capacidad institucional de la UAESP y otras entidades relacionadas a través de la realización conjunta del AMP.

### **1.5.3 Estudio de la Línea Base**

Con el fin de identificar el estado actual del manejo de residuos y el grado de la consciencia de la comunidad en el área objeto de AMP, se realizará el estudio de la línea base antes de poner en marcha el AMP. El estudio de la línea base contiene siguientes dos estudios concretos: (1) Estudio para la recolección de la información básica sobre el manejo de residuos sólidos en el área objeto y (2) Estudio sobre la consciencia de la comunidad.



**1.5.3.1 Estudio para la recolección de la información básica**

El estudio para la recolección de la información básica sobre el manejo de residuos sólidos en el área objeto se realizará de la siguiente manera:

**a. Período del estudio**

A principios del mes de octubre de 2012, antes de poner en marcha el AMP.

**b. Metodología del estudio y el contenido**

La metodología del estudio es el tipo entrevista a las operadoras privadas y los interventores. Se recolectará la información básica necesaria para realizar efectivamente las actividades de sensibilización de la comunidad, tales como la población del área objeto, el número de hogares, la modalidad de vivienda, y los puntos de entrega de residuos por parte de la comunidad (véase el siguiente cuadro).

Cuadro 1-16: Contenido del Estudio para la recolección de la información básica

Indicador	Barrios					
	Micro ruta					
Populación	120					
Hogar	38					
Conjunto residencial	12					
- con chute	3					
- sin chute	9					
- persona que cuida residuos	2					
Casa individual	35					
Tienda de negocios	18					
Operadora de aseo	LIME	Aseo Capital				
Inspector						
Día y horario de recolección selectiva	Juev. 6am - 12am					
Día y horario de recolección ordinario	Lu.Mi.Vi 6am - 12am					
Manera de disposición	Contenedor para la residentes					
Tipo de camión de basura	3ton compactacor					
- con música	○	×				
Nivel de cooperación de la comunidad	△	○	⊗			
Nivel estrato	2					

Esta información será aprovechada para la planeación de las actividades de sensibilización y el cálculo del número de ejemplares necesarios de las herramientas de promoción tales como afiches, volantes y folletos.

### 1.5.3.2 Estudio sobre la consciencia de la comunidad

El estudio sobre la consciencia de la comunidad se realizará de la siguiente manera:

**a. Objeto**

Sector residencial (hogares) y sector comercial (oficinas)

**b. Sesión de estudios y la fecha**

Primera sesión: en noviembre de 2012, antes de poner en marcha el AMP,

Segunda sesión: en marzo de 2013, después de poner en marcha el AMP

\* Se evaluará el grado de incremento de la sensibilidad de la comunidad a través de la comparación de los dos resultados.

**c. Metodología del estudio y el contenido**

Se realizará entrevista a los hogares y los establecimientos objeto a través de las operadoras privadas y el interventor (¿?). El contenido de la entrevista será el siguiente:

\* Se debe definir si se utiliza como línea base el resultado del estudio realizado en el pasado por la Alquería o realizar un nuevo estudio.

a. Perfil de los entrevistados

a.1 Hogares generales

- Área de recolección
- Datos del entrevistado (ama de casa, servicio doméstico, etc.)
- Número de miembros del hogar
- Modalidad de la vivienda (casa, conjunto de apartamentos, etc.)

a.2 Establecimientos

- Área de recolección
- Datos del entrevistado (dueño, empleado, etc.)
- Número de empleados (en caso de una empresa familiar, se incluye el número de miembros del hogar)
- Modalidad del establecimiento (si es oficina o fábrica independiente, conjunto, etc.)

b. Sobre el estado actual

- Método de entrega de residuos (shut de basuras, contenedores, etc.)
- Grado de satisfacción sobre el servicio de recolección de residuos (la frecuencia de recolección, el horario, la ética del trabajo, etc.)

c. Estado de la separación de residuos

- Estado de separación en la fuente (si se separan o no, a quién se entrega, qué tipo de recursos se generan más, tienen distintas canecas o envases en el hogar, etc.)
- Si no está colaborando actualmente, por qué razón.
- El grado de reconocimiento del proyecto de la recolección separada (si tiene conocimiento sobre el proyecto, cómo se ha enterado, etc.)
- Otros

**d. Número de muestras**

El número de muestras del estudio será de 400 hogares generales y 100 establecimientos, como se muestra en el siguiente cuadro. El número de muestras de los hogares por estrato socio económico se definirá según la proporción de la población por estrato. Igualmente el número de muestras de establecimientos se definirá según la proporción del número de establecimientos por tipo de negocio.

Cuadro 1-17: Número de muestras de los hogares por estrato

Objeto	Número de muestras
Estrato 1 a 2	*
Estrato 3 a 4	*
Estrato 5 a 6	*
Total	400

Cuadro 1-18: Número de muestras de establecimiento por tipo de negocio

Objeto	Número de muestras
Servicios	*
Manufacturas	*
Total	100

**1.5.4 Metodología de sensibilización de la comunidad**

Para realizar efectivamente actividades de sensibilización de la comunidad, con base en el resultado del estudio mencionado, se realizará reunión periódica con la participación de representantes de UAESP, JICA, operadoras privadas y ORAs, con el fin de compartir la información y los retos y definir el plan de ejecución y el método.

A continuación se muestran las actividades y herramientas de sensibilización de las cuales se plantean la ejecución (se incluyen actividades ya realizadas en RRS9. Las actividades que se realizan en el marco del AMP serán de 1 a 6 del siguiente cuadro y que se definen aparte de las actividades realizadas en otros marcos como Basura Cero.

Herramientas y actividades de sensibilización	Contenido
1. Afiche sobre la regla de entrega de residuos	Se elaboran afiches que explican bien el método de separación y la fecha y el horario de recolección de residuos para la comunidad del área objeto para que los tengan en lugares visibles como la recepción del edificio.
2. Calendario de recolección de residuos	Se elabora el "calendario de recolección de residuos" según barrio que muestra el método de separación y la fecha de recolección, para difundir el hábito de separación y se entrega a cada hogar.

	
<p>3. Volante sobre 3R</p>	<p>Con el fin de difundir conocimiento sobre 3R entre los habitantes de Bogotá, se elaboran volantes que explican brevemente la información básica sobre 3R, y se entregan en eventos ambientales y colegios.</p>
<p>4. Contenedor móvil de canecas separadas</p>	<p>Se elaboran contenedor móviles que explican cómo deben separar residuos, y se utilizan en eventos, reuniones comunitarios y educación escolar.</p> 
<p>5. Reunión con la comunidad sobre la separación de residuos</p>	<p>Con el apoyo de la empresa administradora de conjunto residencial, se organiza reunión con la comunidad para explicar por qué se requiere reducir el volumen de residuos y promocionar el reciclaje, en relación con el problema de recursos, para promocionar la participación en el AMP.</p>
<p>6. Visita a domicilio</p>	<p>A través de funcionarios de la Secretaría de Salud y voluntarios, se realizan visitas a domicilio para difundir conocimiento sobre la separación de residuos y 3R, entregando volantes.</p>
<p>7. DVD sobre la separación de residuos</p>	<p>Se graban escenarios en que se separan y se entregan residuos según las reglas establecidas en un DVD para utilizarlo en reuniones comunitarias y en colegios.</p>
<p>8. Música para recolección (se instala en el vehículo de recolección)</p>	<p>Se avisa a los habitantes la llegada del vehículo de recolección con una música para facilitar que los habitantes obtengan hábito de entregar recursos reciclables a la fecha de recolección correspondiente.</p>
<p>9. Campaña de mi bolsa</p>	<p>Con el apoyo de empresas y supermercados, se entregan bolsas (mi bolsa) a los ciudadanos (o promocionar) para reducir el uso de bolsos de plástico y el volumen de residuos.</p>
<p>10. Visita a la Alquería</p>	<p>Para que los ciudadanos comprendan la importancia de la reducción del volumen de residuos, la separación de residuos y el reciclaje, se organizan visita a la Alquería.</p>
<p>11. Eventos ambientales sobre el manejo de residuos</p>	<p>Aprovechando eventos que se organizan dentro del distrito, se organizan mercados de pulgas y mini-cursos de capacitación sobre la separación de residuos, en forma participativa.</p>
<p>12. Concurso de afiches para la promoción de 3R</p>	<p>Se convoca el concurso de afiches con el tema de la reducción de residuos y la promoción del reciclaje en escuelas y colegios del distrito y se premian mejores afiches. Las obras premiadas se utilizan para elaborar otros afiches y calendarios de recolección.</p>

## 1.6 Cálculo de diseño de equipos del Centro de Acopio La Alquería

### 1. Cálculo de diseño

#### (1) Depósito para el almacenamiento de recursos reciclables

Cantidad de tratamiento al día: 30.0 t/día

Densidad aparente de residuos reciclables: 0.04 t/m<sup>3</sup>

Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 750 m<sup>3</sup> (= 30,0/0,04)

#### (2) Depósito para el almacenamiento de cartones

Cantidad almacenada : 3,4 t/día

Densidad aparente (comprimida): 0,6 t/m<sup>3</sup> (Estimación)

Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 5,7 m<sup>3</sup> (= 3,4/0,6)

#### (3) Banda de alimentación (desde el depósito hasta la banda transportadora)

Tipo: Banda transportadora con ranura (con los bordes elevados)

Ancho de la banda : 0,6 m

Longitud de la banda : 6 m

Intervalo de salida : 0,2 m (promedio)

Velocidad de la banda : 5 m/min (Cambiabile 0,75~7,5 m/min)

Densidad aparente de material transportado: 0,1 t/m<sup>3</sup> (Se incrementa por la eliminación de residuos voluminosos)

Eficiencia volumétrica : 70 %

Capacidad de transporte necesaria : 1,6 t/hora (= (30,0-3,4)/19,5x(60/50) )

Capacidad de diseño : 2,5 t/hora (= 0,6 x 0,2 x 5 x 60 x 0,1 x 0,7) > 1,6

#### (4) Banda transportadora (desde la banda de alimentación hasta la banda de clasificación manual)

Tipo: Banda transportadora plana (con los bordes elevados)

Ancho de la banda : 0,6 m

Longitud de la banda : 6 m

Intervalo de salida : 0,2 m (promedio)

Velocidad de la banda : 7,5 m/min

Densidad aparente de material transportado: 0,1 t/m<sup>3</sup>

Eficiencia volumétrica : 70 %

Capacidad de transporte necesaria : 1,6 t/hora

Capacidad de diseño : 3,8 t/hora (= 0,6 x 0,2 x 7,5 x 60 x 0,1 x 0,7) > 1,6

#### (5) Banda de clasificación manual

Tipo: Banda transportadora plana (con dispositivo de seguridad)

Ancho de la banda : 1,1 m (se trabajan en ambos lados)

Grosor de residuos en la banda : 0,1 m

Longitud de la banda : 26,5 m (clasificadores en 9 puestos s x 2líneas)

Velocidad de la banda : 10 m/min (cambiable 2~20 m/min)

Densidad aparente de material transportado: 0,05 t/m<sup>3</sup>

Eficiencia volumétrica : 100 %

Capacidad de transporte necesaria : 1,6 t/hora (32 m<sup>3</sup>/hora)

Capacidad de diseño : 3,3 t/hora (= 1,1 x 0,1 x 10 x 60 x 0,05 x 1,0) > 1,6

66 m<sup>3</sup>/hora (= 3,3 t/hora / 0,05) > 32

#### (6) Banda transportadora de rechazos (desde la banda de clasificación manual hasta el depósito de rechazos)

Tipo: Banda transportadora plana (con los bordes elevados)

Ancho de la banda : 0,6 m

Longitud de la banda : 5,5 m

Intervalo de salida : 0,2 m (promedio)  
Velocidad de la banda : 10 m/min  
Densidad aparente de material transportado: 0,1 t/m<sup>3</sup>  
Eficiencia volumétrica : 70 %  
Capacidad de transporte necesaria : 0,4 t/hora (= 6,1/19,5x(60/50) )  
Capacidad de diseño : 5,0 t/hora (= 0,6 x 0,2 x 10 x 60 x 0,1 x 0,7) > 0,4

- (7) Imán en el proceso de la clasificación manual (se separan mecánicamente los materiales ferrosos)

Tipo : Colgado  
Pureza (Meta) : Ferrosos: más de 90% Tasa de recuperación: más de 95%  
Capacidad de tratamiento : 0,1 t (= 1,4/19,5x(60/50) /x 1,2 ,1,2=margen de seguridad)  
Medidas principales : Ancho de la banda 0,5 m x longitud 1,6 m  
Motor : 0,75 kW x 1

- (8) Depósito para el almacenamiento de plásticos blandos

Cantidad almacenada : 3,5 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,2 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el efecto por compresión al meterse en una bolsa)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 17,5 m<sup>3</sup> (= 3,5/0,2)

- (9) Depósito para el almacenamiento de periódicos

Cantidad almacenada : 2,6 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,4 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el incremento por separación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 6,5 m<sup>3</sup> (= 2,6/0,4)

- (10) Depósito para el almacenamiento de archivos

Cantidad almacenada : 3,3 t/día  
Densidad aparente (comprimida) : 0,2 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el efecto por compresión al meterse en una bolsa)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 16,5 m<sup>3</sup> (= 3,3/0,2)

- (11) Depósito para el almacenamiento de ferrosos

Cantidad almacenada Ñ 1,4 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,09 t/m<sup>3</sup> (Estimación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 8,9 m<sup>3</sup> (= 1,4/0,09)

- (12) Depósito para el almacenamiento de PET

Cantidad almacenada: 3,4 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,02 t/m<sup>3</sup> (Estimación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 170 m<sup>3</sup> (= 3,4/0,02)

- (13) Depósito para el almacenamiento de plásticos rígidos

Cantidad almacenada : 2,8 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,2 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el efecto por separación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 14 m<sup>3</sup> (= 2,8/0,2)

- (14) Depósito para el almacenamiento de polipropileno

Cantidad almacenada : 0,1 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,1 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el efecto por separación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 1,0 m<sup>3</sup> (= 0,1/0,1)

(15) Depósito para el almacenamiento de aluminio

Cantidad almacenada : 0,1 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,03 t/m<sup>3</sup> (Estimación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 3,3 m<sup>3</sup> (= 0,1/0,03)

(16) Depósito para el almacenamiento de vidrio

Cantidad almacenada : 3,3 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,3 t/m<sup>3</sup> (Estimación)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 11,0 m<sup>3</sup> (= 3,3/0,3)

(17) Depósito para el almacenamiento de materia prima para RDF (rechazos)

Cantidad almacenada : 6,1 t/día  
Densidad aparente (comprimida): 0,4 t/m<sup>3</sup> (Se tiene en cuenta el efecto por separación y compresión)  
Capacidad necesaria de almacenamiento: Se almacena la cantidad recolectada en un día: 15,3 m<sup>3</sup> (= 6,1/0,4)

## 1.7 Consideración sobre el Proyecto Modelo de la Alquería (AMP)

### 1.7.1 Antecedentes del AMP

Antes del inicio de este estudio, en el Proyecto Piloto de la Alquería (es diferente que el AMP) la recolección selectiva se realizaba por parte de un operador privado. Cuando se revisó el estado de implementación de este Proyecto Piloto, la comunidad que vive en el sector cubierto por las rutas de recolección selectiva mostraba la confianza en el esquema y se veía difundido como un sistema establecido. En este Proyecto Piloto, se realizaron actividades de sensibilización de la comunidad por promotores de empresas operadoras privadas. Por lo tanto este Proyecto Piloto puede servir como gran referencia no solamente para estructurar un sistema de entrega y recolección de materiales potencialmente reciclables sino también para obtener la comprensión y la colaboración de la comunidad en la ampliación de la recolección selectiva.

Por lo tanto, se acordó la implementación del AMP con UAESP, enfocando algunos temas identificados en el Proyecto Piloto, tales como la profundización de la sensibilización de la comunidad, la definición del esquema de recolección y el mejoramiento de la instalación física y el sistema de operación y administración del centro de acopio de la Alquería.

### 1.7.2 Estado de Avance

Sin embargo, el AMP no se ha avanzado tal como se planeaba, principalmente por las siguientes razones:

- La contraparte del contrato de la recolección selectiva de materiales potencialmente reciclables ha cambiado de una empresa privada a una empresa pública (Aguas de Bogotá) y también se planea cambiar de Aguas de Bogotá a una organización de recicladores autorizada como ORA. Así actualmente no está muy claro quién prestará el servicio de recolección selectiva definitivamente.
- UAESP planea que una organización de recicladores autorizada como ORA deberá encargarse de la recolección y la clasificación de materiales potencialmente reciclables, por lo tanto se está demorando en la estructuración del sistema de administración y operación del centro de acopio y la capacitación técnica sobre la recolección y separación de materiales para recicladores para que ellos puedan prestar este servicio como un servicio público.
- No se ha podido asegurar el presupuesto suficiente para el mejoramiento de la instalación de la Alquería



**1.7.3 Perspectivas para el Futuro**

UAESP considera muy importante la implementación y la evaluación del AMP, para difundir el sistema de recolección selectiva en Bogotá D.C., por lo tanto está adelantando el proceso para celebrar un convenio con una ONG española (UNIMOS) para que realice el AMP, incluyendo el mejoramiento de la instalación, con base en el Plan del AMP elaborado con el apoyo del Equipo de JICA. UAESP quiere ampliar la cobertura del servicio de recolección selectiva con base en la experiencia y know-how que se obtendrá en el AMP.

# Capítulo 2

---

---

*Diseño Preliminar de  
Instalaciones de Tratamiento de  
Residuos Sólidos*

## 2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

### 2.1 Sistema de Tratamiento Intermedio

#### a. Función y Desafíos de Tratamiento Intermedio

El Distrito Capital de Bogotá adelanta la revisión del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos (PMIRS) definido en el año 2006, con el fin de estructurar un nuevo sistema de disposición de residuos sólidos con enfoque en el reciclaje de materiales y la minimización del volumen de residuos. Dentro de este marco se incluye también la selección de una tecnología de tratamiento intermedio adecuado y sostenible para Bogotá, con el fin de construir una sociedad recicladora.

Sin embargo, para construir una sociedad recicladora, no es suficiente poner atención en la tecnología de tratamiento intermedio, sino que se requiere realizar un análisis general incluyendo la conservación del medio ambiente, el beneficio local y la conservación de recursos naturales, tal como se muestran en el siguiente cuadro. A través de este tipo de proceso se podrá estructurar el sistema de disposición de residuos sólidos óptimos para Bogotá.

Cuadro 2-1: Función y Desafíos de Tratamiento Intermedio

Función	Desafíos
Funciones de Tratamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tratamiento Previo para la Disposición, Reciclaje y Reúso</li> <li>• Aprovechamiento de Recursos Orgánicos</li> <li>• Incineración (Minimización, Estabilización, Inertización y Reciclaje)</li> <li>• Trituración (Reducción de Volumen, Reciclaje)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de selección del tratamiento intermedio (incineración, trituración, separación, etc.)</li> <li>• Análisis de método de proyección sobre la cantidad y la calidad de residuos que permita realizar simulación de políticas</li> </ul>
Conservación del Medio Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas contra contaminación</li> <li>• Cómo realizar el control y la evaluación de riesgos.</li> </ul>
Beneficio Local	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cómo escoger la ubicación</li> <li>• Articulación con planes superiores como el POT (Plan de Ordenamiento Territorial)</li> <li>• Cómo obtener el consenso con la comunidad</li> </ul>
Conservación de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis del método de reciclaje y reúso (hierro, aluminio, etc.)</li> <li>• Cómo aprovechar el calor residual</li> </ul>

**b. Tecnologías de Tratamiento Intermedio**

En la siguiente figura se muestran diferentes métodos y tecnologías de tratamiento intermedio y el sistema de reciclaje de materiales.

Como se observa en esta figura, un sistema de tratamiento intermedio adecuado se basa en la estructuración del sistema de recolección y transporte. Últimamente realizar la trituración o la separación de materiales como un proceso previo del tratamiento intermedio es indispensable, y por lo tanto se requiere que se tome alguna acción en el lugar más cerca posible a la fuente de generación, tales como separar materiales reciclables de otros residuos en hogares y establecimientos comerciales.

Si se toman acciones adecuadas en las fuentes de generación y se estructura un sistema adecuado de recolección y transporte, se podrá construir un sistema sostenible de disposición de residuos sólidos, con la implementación de alguna instalación de tratamiento intermedio adecuado.

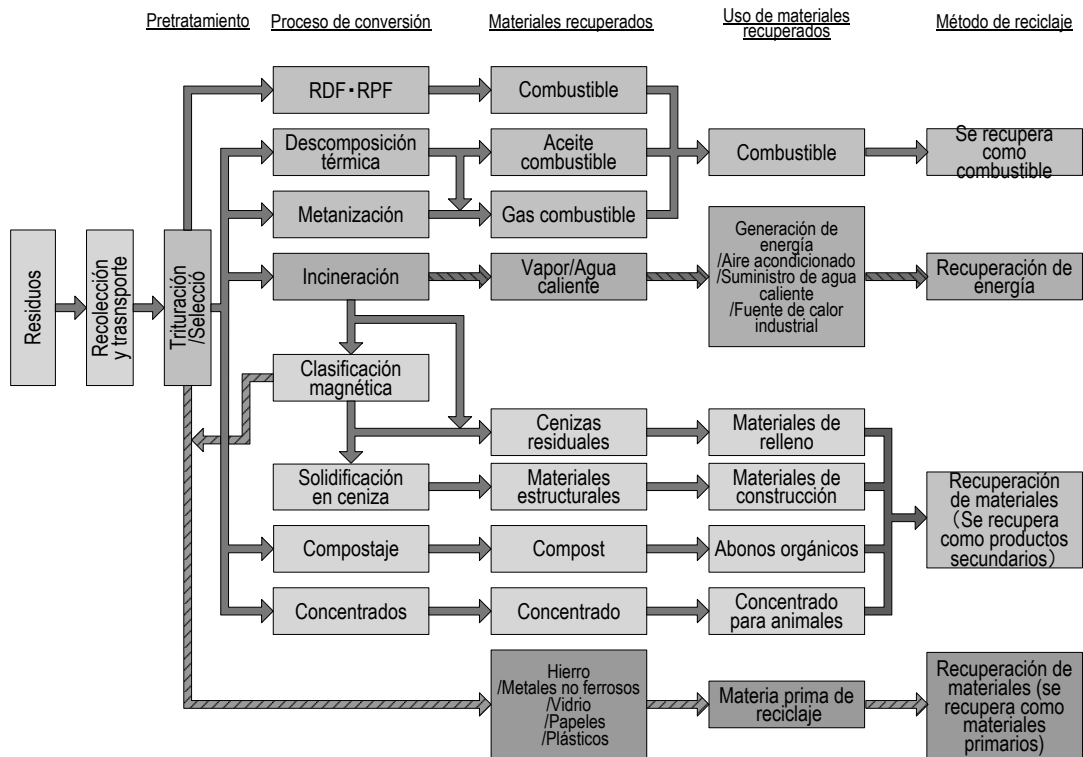


Figura 2-1: Tecnología de Tratamiento Intermedio y Reciclaje de Materiales

En el siguiente cuadro se muestran los procesos de conversión que se utilizan para la disposición de residuos sólidos:

Cuadro 2-2: Proceso de Conversión para el Tratamiento de Residuos Sólidos

Proceso de conversión		Procedimiento y manera de conversión	Conversión o productos convertidos
Físico	Separación de componentes	Separación manual o mecánica	Cada componente contenido en los residuos mixtos urbanos
	Minimización	Aplicar la fuerza o presión	Residuos originales minimizados
	Tratamiento de trituración	Aplicar la fuerza o presión para la trituración	Residuos originales de la forma cambiada y reducida
Químico	Incineración	Oxidación por calor	CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , otros productos oxidados, ceniza
	Descomposición térmica	Descomposición y destilación	Vapor que contiene varios tipos de gases, alquitrán y/o grasa, carbón vegetal
	Gasificación	Incineración quitando el aire	Gas de poder calorífico inferior, carbón vegetal que contiene carbono desde el principio y materia inerte
Biológico	Compostaje aerobio	Conversión por organismos aerobios	Compost (material como humus, para la regulación de tierra)
	Digestión anaerobia	Conversión por organismos anaerobios	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , oligogases, digestión (cocer y disolver) tierra y lodo
	Compostaje anaerobio	Conversión por organismos anaerobios	CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , Residuos digeridos

a : El compostaje anaerobio se produce en el relleno sanitario.

### c. Aspectos de Planeación de Tecnologías de Tratamiento Intermedio<sup>1</sup>

Los aspectos que se deben tener en cuenta para planear un sistema de tratamiento intermedio son los siguientes:

- (1) Composición y calidad de residuos y el grado de separación,
- (2) Tasa de recuperación de materiales, la tasa de minimización y la escala de instalación necesaria,
- (3) Mercados y demandas sobre materiales recuperados y productos,
- (4) Confiabilidad y resultados reales de la tecnología de tratamiento objeto,
- (5) Viabilidad económica de la construcción, el mantenimiento y la administración de instalaciones,
- (6) Medidas para la conservación del medio ambiente y contra la contaminación
- (7) Consumo de energía
- (8) Regionalización (ampliación de la zona objeto) de tratamiento
- (9) Selección del terreno

<sup>1</sup> “Guía sobre los residuos sólidos”, Sociedad Japonesa sobre el Manejo de Residuos sólidos, Ohmsha, 1996.

**d. Especificaciones de Materiales Representativas que Afectan a la Selección del Método de Tratamiento de Residuos Urbanos y el Diseño**

En el siguiente cuadro se muestran especificaciones de materiales representativas que afectan a la selección del método de tratamiento de residuos urbanos y el diseño de la instalación.

**Cuadro 2-3: Especificaciones de Materiales Representativas que Afectan a la Selección del Método de Tratamiento de Residuos Urbanos y el Diseño de la Instalación**

Categorías de reuso y componentes materiales	Especificaciones representativas
Reuso directo	Debe ser usado para la función original o relativa. Grado de la limpieza (ej. bicicleta, residuos tratados de construcción y de demolición)
<b>Materias primas para el reciclaje y retratamiento</b>	
Aluminio	Tamaño ; Grado de la limpieza ; Contenido de agua ; Densidad ; Cantidad ; Método de transporte ; Lugar de entrega
Papel y cartón	Fuente de generación ; Grado ; Que no incluya revistas ; Que no incluya adhesivo ; Contenido de agua ; Cantidad ; Almacenamiento ; Lugar de entrega
Plástico	Tipo (ej. PET/1 (Resina PET), HDPE/2 (Polietileno de alta densidad), PVC/3 (Policloruro de vinilo), LDPE/4 (Polietileno de alta densidad), PP/5 (Polipropileno), PS/6 (Poliestireno), Multicapas/7 (Otros)) ; Grado de la limpieza ; Contenido de agua
Vidrio	Cantidad de Cullet (Desperdicio de vidrio) ; Color ; Que no tenga etiqueta ni metal ; Grado de la limpieza, Que no tenga contaminación metal ; Que sea vidrio para recipiente ; Que no contenga cerámica ni porcelana ; Cantidad ; Almacenamiento ; Lugar de entrega
Metales ferrosos	Fuente de generación (hogar, fábrica etc.) ; Densidad ; Grado de la limpieza ; Grado de la contaminación de estaño, aluminio y plomo ; Cantidad ; Método de transporte ; Lugar de entrega
Metales no ferrosos	Se puede variar según la necesidad y el mercado local
Caucho (ej. Llantas residuales)	Norma de reciclaje ; No se han definido especificaciones para otros usos.
Textiles	Tipo de material ; Grado de la limpieza
<b>Materias primas de productos de la transformación biológica</b>	
Poda de árboles	Composición ; Tamaño ; Distribución del tamaño ; Grado de contaminación
Componentes orgánicos de residuos urbanos	Composición ; Grado de contaminación
<b>Fuente de combustible</b>	
Poda de árboles	Composición ; Tamaño ; Contenido de humedad
Componentes orgánicos de los residuos urbanos	Composición ; Contenido de calor ; Contenido de agua ; Límite de conservación ; Número de compañías comercializadoras ; Venta y distribución de la energía y/o sus subproductos
Plásticos	Depende del uso y el diseño de la planta de incineración.
Papel de desecho	El aprovechamiento como combustible se puede variar según la necesidad y el mercado local.
Madera	Composición ; Grado de contaminación ;
Llantas	Planta para convertir las llantas en energía ; Fábricas de papel y pulpa y plantas de cemento donde se utiliza el combustible derivado de llantas

Categorías de reuso y componentes materiales	Especificaciones representativas
Aceite de desecho	Depende del uso y el diseño de la planta de incineración
Adecuación de Tierra	
Residuos de construcción y de demolición	Composición ; Grado de contaminación ; Control local o zonal ; Designación del uso final del terreno

**e. Tecnologías de Tratamiento Intermedio que Se Puedan Introducir en Bogotá D.C.**

En este capítulo se muestra el resumen de siguientes tecnologías de tratamiento intermedio que se puedan introducir en Bogotá D.C.

- Sistema de separación mecánica y manual
- Compostaje
- Incineración
- Combustible Derivado de Residuos de Papeles y Plásticos (RPF, siglas en inglés)

**e.1 Sistema de Separación Mecánica y Manual**

El sistema de separación mecánica y el sistema de separación manual son las técnicas de recuperación de materiales reciclables que tienen poca posibilidad de causar contaminación secundaria del medio ambiente.

Ambos son sistemas para separar materiales reciclables según el tipo, tales como metales ferrosos, metales no ferrosos, papeles, cartones, vidrios y plásticos, de acuerdo con sus propiedades, manualmente, o neumáticamente o usando algún separador magnético.

El sistema de separación manual es un método para recuperar materiales reciclables manualmente usando una banda transportadora o en un patio de separación, que permite recuperar materiales reciclables relativamente puros. Mientras en cuanto al sistema de separación mecánica, hay diferentes tipos tal como se muestran en el siguiente cuadro. Pero si se analiza cada sistema técnicamente y económicamente sobre la tasa de recuperación y la pureza de materiales recuperados, no es que todos los sistemas sean efectivos.

Cuadro 2-4: Método de Separación y Tratamiento de Residuos Urbanos

Método de tratamiento	Explicación
Trituración	Se usa para triturar residuos mixtos urbanos y materiales recuperados Ejemplos representativos : (1) Trituradora giratoria de martillo para triturar residuos mixtos urbanos (2) Trituradora de tijeras cortantes para residuos mixtos y materiales reciclados tales como aluminios, llantas y plásticos (3) Trituradora la forma de balde para los residuos de poda de árboles
Clasificación	Es una técnica de separar materiales por el tamaño y la forma, y la malla es un ejemplo representativo.
	Mallas representativas : (1) Malla del movimiento alternativo para clasificar por tamaño residuos de poda triturados (2) Malla de trommel para clasificar por tamaño residuos mixtos urbanos antes de la trituración (3) Malla de disco para eliminar vidrios de residuos urbanos triturados
Clasificación por la diferencia de peso específico	Clasificar los materiales por el peso específico Ejemplos representativos : (1) Separación neumática como un tratamiento previo del combustible derivado de residuos (2) Separación por inercia para el tratamiento de residuos mixtos urbanos (3) Separación por flotación para la disposición de residuos de construcción
Clasificación con la onda electromagnética	Clasificar los materiales con magnetismo Ejemplos representativos : (1) Separar metales ferrosos de metales no ferrosos (ej. : Separar latas de acero de latas de aluminio)
Compresión	Aumentar la densidad de materiales recuperados, reducir el costo de transporte y facilitar el almacenamiento Ejemplos representativos : (1) Embalaje de cartón, papel, plástico y aluminio (2) Moldeo y peletización de productos de combustible derivado de residuos comprimidos

**[Ventajas]**

- La técnica de separación es simple y relativamente fácil de manejar.
- En el sistema de separación manual se pueden recuperar materiales reciclables relativamente puros.
- El costo inicial de instalaciones es relativamente bajo y el costo de operación no es muy alto.

**[Desventajas]**

- Los materiales objeto de este tipo de sistemas se limitan a los materiales inertes y secos.
- El sistema de separación manual puede tener riesgos de infección por agentes infecciosos y residuos peligrosos.
- En el sistema de separación manual se requiere un tiempo de descanso adecuado y es difícil realizar una operación continua.



- Los rechazos que no se recuperan como materiales reciclables deben ser transportados al sitio de disposición final. Si existe alguna planta de incineración o de producción de RPF (combustible derivado de residuos de papeles y plásticos), se puede reducir este problema.

## **e.2 Compostaje**

El compostaje es una técnica para producir abonos orgánicos que se utilizan en actividades agrícolas y parques, a través de la descomposición microbiana de residuos orgánicos (residuos de cocina de hogares y comercios, de plazas de mercado y de poda de árboles) contenidos en residuos urbanos.

### (1) Fuente de generación

Las principales fuentes de generación de residuos orgánicos son las siguientes:

- Residuos de alimentos de hogares generales
- Restaurantes
- Residuos de plazas de mercado
- Corte de césped
- Poda de árboles
- Cadena de distribución de alimentos
- Fábrica de producción de alimentos

En cuanto a los residuos de alimentos, si no están mezcladas materias extrañas (diferentes que orgánicos) en lo posible, en los residuos objeto de tratamiento, son fáciles de ser reciclados. En ese sentido, los residuos de alimentos generados en fábricas de alimentos y cadena de distribución de alimentos contienen muy pocas materias extrañas y pueden ser reciclados sin dificultad. Por lo tanto, se pueden considerar como residuos reciclables.

También es relativamente fácil evitar la mezcla de materias extrañas en los residuos de poda de árboles, de corte de césped y de plazas de mercado, por lo tanto son residuos orgánicos fáciles de reciclar. En cambio, los residuos de alimentos generados en restaurantes y hogares generales pueden contener diferentes materias extrañas mezcladas, por lo tanto para eliminarlas se requiere una instalación de reciclaje con el proceso de tratamiento previo suficiente. Sin embargo, si se toman como objeto hogares generales, puede ser una medida efectiva realizar el compostaje en una etapa donde se presentan menos materias extrañas mezcladas, tales como la fuente de generación individual o colectiva. En cuanto a los residuos de alimentos de restaurantes, si no se realiza una orientación administrativa fuerte, no se puede tomar como objeto de reciclaje.

En caso de Bogotá, excepto una parte de residuos de corte de césped y de alimentos de hogares, todos los residuos se llevan al sitio de disposición final y se rellenan. En el sitio de disposición final se recupera gas metano generado de residuos de alimentos y se quema. Para el futuro se

analiza la posibilidad de aprovechar el calor generado más eficientemente. Sin embargo, este método de recuperación y utilización del gas no reduce la cantidad de residuos que llegan al sitio de disposición final y no tiene efecto para prolongar la vida útil del relleno sanitario.

El compostaje es una técnica efectiva como una técnica de reciclaje que reemplaza al relleno directo.

(2) Técnicas de compostaje

Existen dos tipos de compostaje; aerobio y anaerobio. En general, si se refiere al compostaje, significa el compostaje aerobio. En el siguiente cuadro, se muestra la comparación de los procesos aerobio y anaerobio:

Cuadro 2-5: Comparación el Proceso Aerobio con el Proceso Anaerobio

Característica	Proceso aerobio	Proceso anaerobio
Uso de energía	Consumidor de energía	Productor de energía
Producción final	Humus, CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O	Lodo, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub>
Minimización	Máximo 50%	Máximo 50%
Tiempo de tratamiento	20-30 días	20-40 días
Primer objetivo	Reducción de volumen	Generación de energía
Segundo objetivo	Producción de compost	Reducción de volumen, Estabilización de residuos

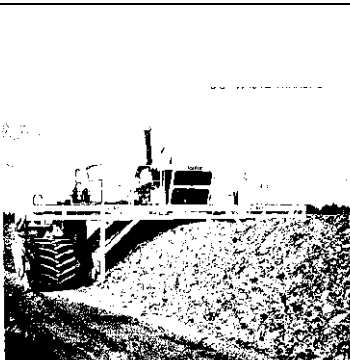
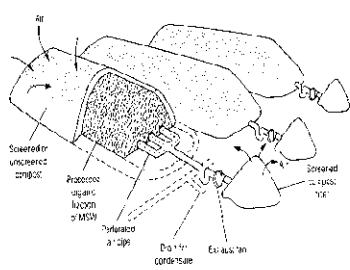
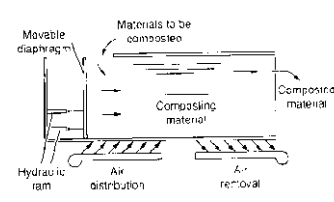
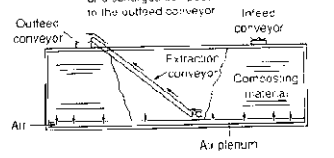
En el siguiente cuadro se muestra la comparación de técnicas representativas del compostaje aerobio:

Cuadro 2-6: Comparación del Proceso de Compostaje Aerobio

Aspecto	Acumulado al aire libre	Acumulado al aire libre con el sistema de extracción del aire	En recipiente con ventilación forzada	
			Con volteo (dinámico)	Sin volteo (Flujo Pistón)
Resumen <sup>1)</sup>	Es uno de los métodos más antiguos de compostaje. En el sistema de compostaje al aire libre, se acumulan residuos en filas con la altura de 8 a 10 pies y el ancho de 20 a 25 pies. Hay sistema de compostaje al aire libre de alto rendimiento pero la forma es relativamente pequeña con la altura de 6 a 7 pies y el ancho de 14 a 16 pies. Se ajusta el contenido de agua entre 50 a 60% y mientras se mantiene la temperatura a 55 grados Celsius se voltea dos veces por semana.	Este método se puede aplicar para hacer compostaje de residuos orgánicos amplios incluyendo residuos de poda y residuos urbanos separados. En este sistema, encima del ducto de extracción de aire se colocan residuos orgánicos provenientes de residuos urbanos. La típica altura de las filas es de 7 a 8 pies. Para mantener la temperatura y controlar el olor, encima de residuos acumulados recientemente se coloca una capa de compost tamizado.	Este proceso de compostaje se realiza en un contenedor hermético o en un recipiente. Todos los tipos de recipientes son utilizados para este método incluyendo torres verticales, tanques cuadrados o redondos, o tanques redondos giratorios. En el sistema dinámico, los materiales se mezclan mecánicamente durante el proceso de compostaje.	En el sistema de Frlujo Pistón, la relación entre las partículas de materiales objeto de compostaje se mantiene durante todas las etapas del proceso.
Costo de construcción <sup>2)</sup>	Es el más económico.	En general si se trata de un sistema pequeño es bajo pero si es un	En general es alto.	En general es alto.

		sistema de gran escala es alto.		
Costo de operación <sup>2)</sup>	En general es bajo.	Es alto.	En general es bajo.	En general es bajo.
Área del terreno necesario <sup>2)</sup>	Amplio	Amplio	Puede ser pequeño, pero si se requiere el secado o maduración de materiales acumulados al aire libre, se requiere un espacio más amplio.	Puede ser pequeño, pero si se requiere el secado o maduración de materiales acumulados al aire libre, se requiere un espacio más amplio.
Control de aire <sup>2)</sup>	Sin sistema de ventilación forzada no es suficiente.	Completo	Completo	Completo
Control de operación <sup>2)</sup>	Se debe controlar la frecuencia de volteo o añadir compost madurado.	Volumen de ventilación.	Se debe controlar el volumen de ventilación, el volteo o añadir el compost madurado.	Se debe controlar el volumen de ventilación, el volteo o añadir el compost madurado.
Afectación por el clima frío o húmedo <sup>2)</sup>	Si no es interior, puede ser afectado.	Se ha comprobado bajo el clima frío y húmedo.	Se ha comprobado bajo el clima frío y húmedo.	Se ha comprobado bajo el clima frío y húmedo.
Control de olor <sup>2)</sup>	Según materia prima se puede variar pero puede convertirse en una fuente de olor para una zona amplia.	Puede convertirse en una fuente de olor para una zona amplia, pero puede ser controlado.	Puede ser controlado.	Puede ser controlado.
Problemas de la operación previstos <sup>2)</sup>	Puede recibir la afectación por mal tiempo.	Es muy importante el control del volumen de ventilación. Se puede ocasionar desviación o cortocircuito del aire.	Es un sistema flexible para operar, pero mecánicamente es más complejo.	Se puede ocasionar desviación o cortocircuito del aire. Es un sistema complejo mecánicamente.

Bibliografía) 1) Supervisado y representado por Masaru Tanaka: "Teoría General del Manejo de Residuos Sólidos", NTS, 1998.  
 2) R.T. Hang: Ingeniería de Compostaje: Principios y Microbiología de Contaminación, Academic, Londres (1975)

En hileras de alto rendimiento	En hileras con el sistema de extracción de aire	En recipientes
		 <p><b>Sistema Flujo Pistón</b></p> <p>Note: Extract on conveyor either mixes the compost in the reactor or discharges compost to the outfeed conveyor</p>  <p><b>Sistema Dinámico</b></p>

(3) Aspectos que Se Debe Tener en Cuenta al Diseñar el Proceso de Compostaje Aerobio

En el siguiente cuadro se muestran los aspectos importantes que se debe tener en cuenta al diseñar un proceso de compostaje aerobio:

Cuadro 2-7: Aspectos Importantes para el Diseño del Proceso de Compostaje Aerobio

Ítem	Explicación
Tamaño del objeto	Para lograr un óptimo resultado, el tamaño de residuos debe ser de 25-75mm(1-3 pulgadas)
Proporción de carbono/nitrógeno	Para el proceso de compostaje aerobio, la proporción inicial de carbono/nitrógeno (masa) ideal sería de 25 a 50. Si la proporción es baja que éste, se emite amoniaco, y la actividad biológica también se reduce. Si la proporción es más alta, el nitrógeno puede ser el nutriente limitante
Mezcla y tipo de microbios	La duración de compostaje se puede reducir agregando 1- 5% del peso de los residuos compuestos parcialmente en el compost. También se puede agregar lodo de aguas residuales. El contenido de agua final va a ser el variable de control.
Contenido de agua	El contenido de agua tiene que ser 50-60% en el proceso de compostaje. El valor óptimo sería aproximadamente el 55%
Mixtura/revolver	Para evitar el secado, la solidificación y los derivados del aire, los residuos que están en el proceso de compostaje deben ser mezclados o revueltos periódicamente o según la necesidad. La frecuencia de volteo se define según el tipo de la operación de compostaje.
Temperatura	Para lograr un óptimo resultado, los primeros 2-3 días se debe mantener a la temperatura de 50- 55°C, y después mientras esté en el periodo de compostaje activo se debe mantener a 50-60°C. En caso de que suba la temperatura más de 66°C, la actividad biológica baja drásticamente.
Control de patógeno	Si lo hace en una manera correcta, se puede eliminar todos los agentes patógenos, las malezas y las semillas durante el proceso de compostaje. Para eso, hay que mantener la temperatura entre 60-70°C durante 24 horas.
Condición de aire	Con un sistema mecánico, para lograr un óptimo resultado, se debe procurar que llegue el aire que contenga más del 50% de la concentración de oxígeno inicial, a todas las partes del compost.
Regulación pH	Para lograr un óptimo descomposición aeróbica, se debe mantener entre pH7- 7.5. No se debe superar más de pH8.5 para que no se pierda el nitrógeno convirtiendo en gas de amoniaco.
Grado de descomposición	El grado de la descomposición se puede estimar por la disminución de la temperatura final, el grado de la capacidad de auto calentamiento, la cantidad de los residuos orgánicos degradables y los no biodegradables para compostaje, el aumento de la potencial de oxidación-reducción, el consumo de oxígeno, la reproducción de los microbios y la prueba de yodo-almidón.
Situación geográfica	El área necesaria para una planta que tenga la capacidad de 50t/día es de 6,000-8,000m <sup>2</sup> . Para las plantas más grandes, el área necesaria por unidad de superficie sería más pequeña.

**[Ventajas]**

- Se puede aprovechar residuos orgánicos.
- Se puede reducir el número de rellenos sanitarios.
- El costo inicial del compostaje en hileras es relativamente bajo y el costo de operación no es muy alto.

**[Desventajas]**

- El problema del costo de transporte de residuos objeto de compostaje.

- Se requiere la separación de residuos orgánicos en la fuente de generación. Si no, es necesario eliminar materias extrañas en un tratamiento previo al ser ingresados en la instalación.

### **e.3 Tecnología de Incineración**

Una de las ventajas grandes del tratamiento por incineración es la reducción del peso y el volumen de residuos urbanos. Cuando la capacidad residual del sitio de disposición final es limitada, es una técnica muy efectiva. Al incinerar residuos urbanos se puede recuperar la energía calorífica y generar la energía eléctrica, y así tiene alto valor como una instalación de reciclaje de materiales. Además es una ventaja de que la ceniza residual de la incineración no contiene orgánicos, bacterias ni virus y muestra una propiedad estable. Sin embargo, para aplicar el tratamiento por incineración a residuos urbanos, es necesario realizar un análisis general incluyendo la viabilidad económica, la facilidad de operación, el costo y la influencia potencial al medio ambiente.

#### (1) Factores que afectan a la selección de la tecnología

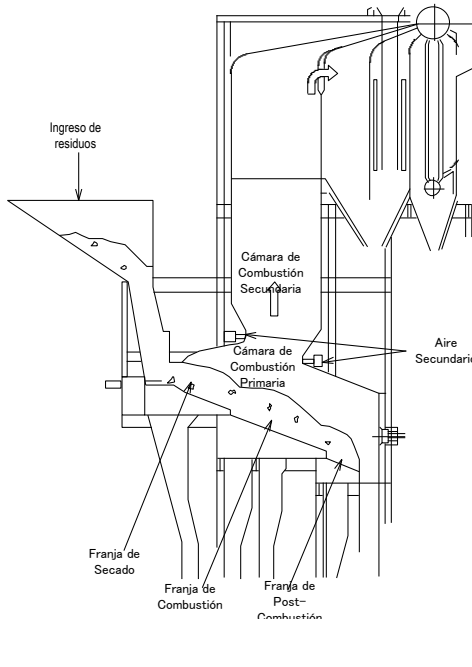
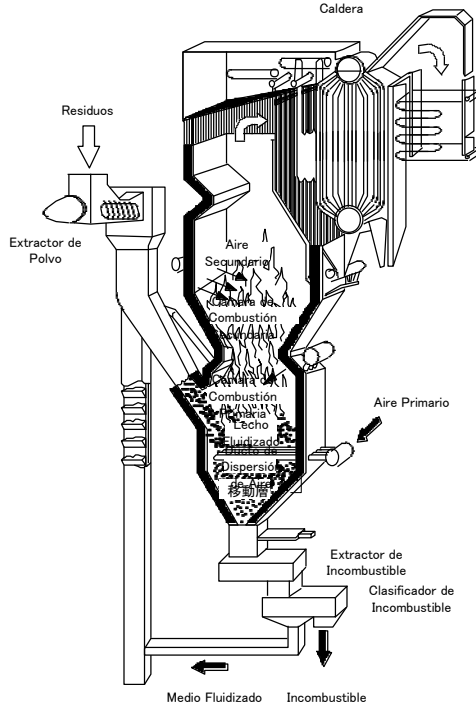
Para aplicar el tratamiento por incineración a los residuos urbanos, es necesario cumplir las siguientes condiciones:

- El costo de incineración no es muy alto comparando con el costo de la disposición en un relleno sanitario y se puede reconocer ventajas significativas.
- Está planeado para reducir impactos negativos al medio ambiente.
- Está diseñado a una escala adecuada en una ubicación razonable en relación con otros sistemas de disposición.
- El valor calorífico de residuos objeto de incineración es alto (para poder operar el incinerador establemente se requiere un valor calorífico igual o mayor que 1,200kcal/kg) y se puede recuperar energía (vapor, energía eléctrica, etc.).
- Hay instalaciones cercanas donde se puede aprovechar la energía recuperada.

#### (2) Tipo de sistemas de incineración

En el siguiente cuadro se muestra la comparación entre el incinerador Stoker y el incinerador de lecho fluidizado, los cuales son los sistemas de incineración de residuos urbanos más representativas.

Cuadro 2-8: Comparación entre el Incinerador Stoker y el Incinerador de Lecho Fluidizado

Aspecto	Incinerador Stoker	Incinerador de Lecho Fluidizado
Estructura		
Principio	<p>Está compuesta por 3 niveles; el nivel de secado para secar residuos, el nivel de combustión para quemarlos y el nivel de poscombustión para quemarlos completamente. Según el tipo, hay incinerador que tiene dos niveles de Stoker, o que tiene parilla, o que tiene forma vertical sin parilla. Pero la función básica es misma y la estructura del horno permite pasar procesos de secado→combustión→post-combustión.</p>	<p>En el interior del horno se encuentra la arena fluidizada. Esta arena se calienta a 650 a 800°C y se fluidiza por la presión del aire. Dentro del horno fluidizado a una temperatura alta, se ingresan residuos triturados y se queman en corto tiempo. El tamaño de pedazo triturado de residuos puede variar según el tipo del horno, pero puede ser de 10 a 30cm.</p>
Temperatura de incineración	Alrededor de 800°C a950°C	Alrededor de 800°C a 1,000°C
Espacio requerido	<p>El proceso de tratamiento es tal como se muestra en el dibujo, por lo tanto la longitud vertical es casi determinada independiente de la capacidad de tratamiento, pero el ancho puede variar según la capacidad.</p>	<p>La distribución de equipos es más flexible que el incinerador Stoker, por lo tanto el cuerpo del incinerador puede ser más compacto. Pero se requiere más altura.</p>
Objeto de incineración	<p>Si el tamaño de materias primas es menor que el tamaño de la boca de la tolva, no hay problema. En esta escala, si la materia prima es de 70 a 100cm se puede tratar.</p>	<p>Se debe triturar en pedazos de 10 a 30cm.</p>
Generación de energía	<p>Está aumentando el número de instalaciones con la eficiencia térmica bruta de igual o más de 10%. Comparando con el</p>	<p>Es equivalente al incinerador Stoker, pero como es una combustión instantánea, para estabilizar se debe controlar la fluctuación del</p>

Aspecto	Incinerador Stoker	Incinerador de Lecho Fluidizado
	incinerador de lecho fluidizado la fluctuación del volumen de vapor es pequeña, que permite una generación de energía estable.	volumen de vapor.
Desempeño ambiental	[Volumen del gas emitido] El área de contacto de residuos con el aire es pequeña, por lo tanto la relación de aire para la combustión es de 1.6 a 2.5. Por eso el volumen de gas emitido puede aumentar. [Impacto ambiental del gas emitido] Se puede realizar un tratamiento avanzado, por lo tanto, no causa impactos ambientales la concentración de gas emitido como dioxina. [CO <sub>2</sub> ] Según la calidad de residuos no se requiere combustión auxiliar con combustible externo, y por lo tanto no hay emisión innecesaria de CO <sub>2</sub> .	[Volumen del gas emitido] El área de contacto de residuos con el aire es grande y la eficiencia de combustión es alta, por lo tanto se puede operar con la relación de aire para la combustión de 1.5 a 2.0. Por eso, el volumen de gas emitido es un poco menor que el método Stoker. [Impacto ambiental del gas emitido] Se puede realizar un tratamiento avanzado, por lo tanto, no causa impactos ambientales la concentración de gas emitido como dioxina. [CO <sub>2</sub> ] Según la calidad de residuos no se requiere combustión auxiliar con combustible externo, y por lo tanto no hay emisión innecesaria de CO <sub>2</sub> .
Seguridad y estabilidad	Se han tenido muchos resultados de construcción y operación, por lo tanto la confiabilidad de la seguridad y estabilidad de la tecnología es alta.	Como es una combustión instantánea, el estado de combustión se puede variar según la calidad de residuos.

Referencia) Plan Básico de Dotación de la Instalación del Tratamiento Intermedio de la siguiente etapa para el Centro de Limpieza de Inzai, 2011.

#### e.4 Tecnología de Fabricación de RPF (Combustible Derivado de Residuos de Papel y Plástico, siglas en inglés)

Teniendo en cuenta el sistema futuro de recolección y transporte y el sistema futuro de reciclaje de residuos en Bogotá, si se planea introducir el sistema de fabricación de combustible sólido derivado de residuos, los residuos objeto de conversión serán los rechazos de la instalación de MRF (Facilidad de Recuperación de Materiales, siglas en inglés), compuestos principalmente papeles y plásticos de tamaño relativamente pequeño. La tecnología que se aplica será la tecnología de fabricación de RPF (Combustible Derivado de Residuos de Papel y Plástico, siglas en inglés). En el siguiente cuadro se muestra la comparación entre la tecnología de fabricación de RDF (Combustible Derivado de Residuos, siglas en inglés) y la tecnología de fabricación de RPF:

Cuadro 2-9: Comparación entre la Tecnología de Fabricación de RDF y la Tecnología de Fabricación de RPF

Clasificación de Combustible Sólido Derivado de Residuos	RDF (Combustible Derivado de Residuos)	RPF (Combustible Derivado de Papel y Plástico)
Principales Materias Primas	Combustible sólido derivado principalmente residuos ordinarios combustibles	Combustible sólido derivado principalmente de papeles y plásticos recolectados separadamente como residuos industriales

Características	Como se incluyen residuos de cocina generados en hogares y otras fuentes, se requiere secarlos y eliminar el contenido de agua. Su Bajo Poder Calorífico (Corresponde al resultado de la resta de la cantidad de calor generado cuando la masa unitaria de combustible (1 kg) se quema completamente menos la cantidad de calor de lo que se evapora del contenido del agua del combustible, y equivale a la cantidad de calor que se puede utilizar para la generación de energía) es más bajo que el de RPF por estar mezcladas materias extrañas, pero equivale a la mitad a dos tercios de carbón térmico.	La propiedad de las materias primas es estable comparando con residuos ordinarios, por lo tanto el proceso de fabricación de RPF es más simple que el de RDF y el costo fabricación es más bajo que RDF. Además su Bajo Poder Calorífico es más alto que RDF.
-----------------	--	---

En cuanto al sistema de fabricación, en general los residuos de tamaño relativamente grande que están mezclados en materias primas se trituran en trozos de alrededor de 40mm por una trituradora cortante instalada en el proceso. Después de ser triturados, pasan por el separador magnético para eliminar ferrosos que pueden causar fallas en la instalación de RPF. Luego se envía a la granuladora para fabricar pellet del diámetro de 10 a 30mm y de la longitud de 20 a 50mm.

Este tipo de sistema está aplicado ampliamente en Japón, Estados Unidos y Canadá, pero para adoptar este sistema se requiere cumplir las siguientes condiciones:

- Para quemar RPF, es necesario cambiar condiciones de combustión del equipo de combustión como caldera o modificar el quemador.
- Para utilizar RPF como combustible alternativo, el uso de RPF debe ser más favorable económicamente que el combustible actual.
- Es necesario que el equipo de incineración que quema RPF tenga dotado un dispositivo para reducir impactos ambientales por el gas emitido de combustión.

En el sentido amplio, el RDF significa materias primas para quemar residuos en una instalación de incineración adecuada, por lo tanto, si se utilizan rechazos de la instalación de MRF como combustible, tal como se planea en Bogotá, se clasifica como RDF-1. La explicación dada en este numeral se relaciona con RDF-5.

Cuadro 2-10: Forma de los combustibles derivados de residuos (RDF)

Designación	Explicación y uso	Tipo
RDF-1	Residuos sólidos que se utilizan como combustible sin tratamiento	—
RDF-2	Residuos tratados en granos gruesos sin importar la clasificación metálica (ferrosos y no ferrosos)	Fluff-RDF (RDF pelusa)
RDF-3	Combustible hecho de residuos urbanos tratados y triturados para eliminar metal, vidrio y otros inorgánicos (con la granulometría: El 95% del peso pasa por la malla de 50mm <sup>2</sup> )	



RDF-4	Residuos combustibles tratados y triturados en polvos finos con la granulometría de que el 95% del peso pasa por la malla 10 (2mm).	Dust-RDF (RDF en polvo)
RDF-5	Residuos combustibles comprimidos en forma de pellet, escoria o briqueta	RDF Densificado (RDF moldeado)
RDF-6	Residuos combustibles tratados y convertidos en combustible líquido	—
RDF-7	Residuos combustibles tratados y convertidos en combustible gaseoso	—

Fuente) Sociedad **Americana** para el Ensaye de **Materiales** (ASTM)

#### [Ventajas]

- Se puede aprovechar papeles y plásticos contenidos en residuos urbanos como combustible.
- Se puede reducir el volumen de residuos por la compresión, a consecuencia, se puede reducir la carta del sitio de disposición final.
- Se puede suministrar un combustible alternativo a industrias consumidores de energía. Por ejemplo, en cementeras, centrales de generación y oficinas donde se utiliza calderas industriales se puede utilizar un combustible alternativo del combustible fósil.

#### [Desventajas]

- Sólo los residuos que contienen muchos papeles y plásticos pueden ser convertidos en el RPF.
- Están limitados los destinos a donde se puede utilizar el RPF.
- Es necesario solucionar varios problemas técnicos tales como medidas para evitar la explosión por su propio calor en la trituradora o en el patio de almacenamiento. En caso de RPF se reduce ese riesgo.

## 2.2 Facilidad de Recuperación de Materiales (MRF)

### 2.2.1 Facilidad de Recuperación de Materiales (30 toneladas/día)

#### 2.2.1.1 Resumen de la Facilidad de Recuperación de Materiales (MRF)

##### a. Residuos Objeto de la MRF

Los residuos objeto de la MRF son residuos reciclables separados, entregados y recuperados en la ciudad. Los residuos reciclables están conformados principalmente de papeles (cartón, periódico, etc.) y plásticos (blandos y rígidos) y casi no hay presencia de metales ni vidrios (cullet). Los valores necesarios para el diseño de la MRF tales como la composición de residuos reciclables que se ingresan en la MRF y el estado de recuperación de residuos reciclables fueron establecidos según el resultado del Centro de Acopio de la Alquería, que se opera como un centro moderado.

##### b. Escala de la MRF

La escala de la MRF será de 30 toneladas al día.

##### c. Flujo de la MRF

En la siguiente figura se muestra el flujo en la MRF.

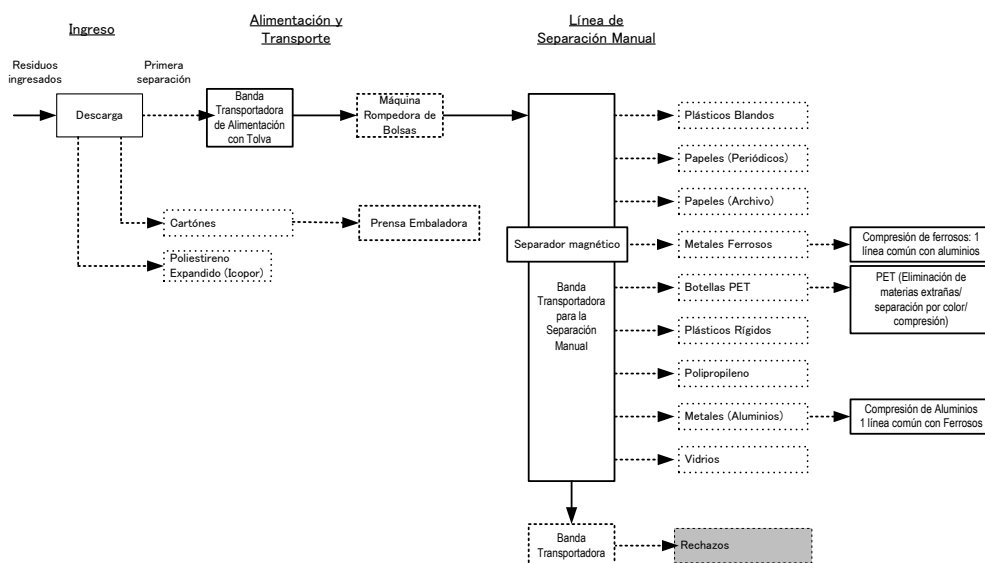


Figura 2-2: Diagrama de Flujo de MRF (30 toneladas/día)

##### d. Composición de Residuos Ingresados (Residuos Reciclables) a la MRF

En el siguiente cuadro se muestra la composición establecida de residuos ingresados (residuos reciclables) en la MRF.

Cuadro 2-11: Composición de Residuos Ingresados en la MRF

Categoría de separación	Residuos Reciclables	
	toneladas/día	peso %
(1) Botellas PET	3.4	11.4
(2) Plásticos blandos	3.5	11.7
(3) Plásticos rígidos	2.8	9.3
(4) Polipropileno	0.1	0.3
(5) Papeles bond (archivo)	3.3	11.0
(6) Periódicos	2.6	8.7
(7) Cartones	3.4	11.3
(8) Hierro	1.4	4.7
(9) Metales no ferrosos (aluminio, etc.)	0.1	0.3
(10) Vidrios	3.3	11.0
(11) Rechazos	6.1	20.3
<b>Total</b>	<b>30.0</b>	<b>100.0</b>

Nota) Se calculó con base en el resultado real de la composición de residuos sacados del Centro de Acopio de la Alquería.

e. **Plano de Distribución de la Instalación de MRF**

En la siguiente figura se muestra la distribución de la instalación de MRF.

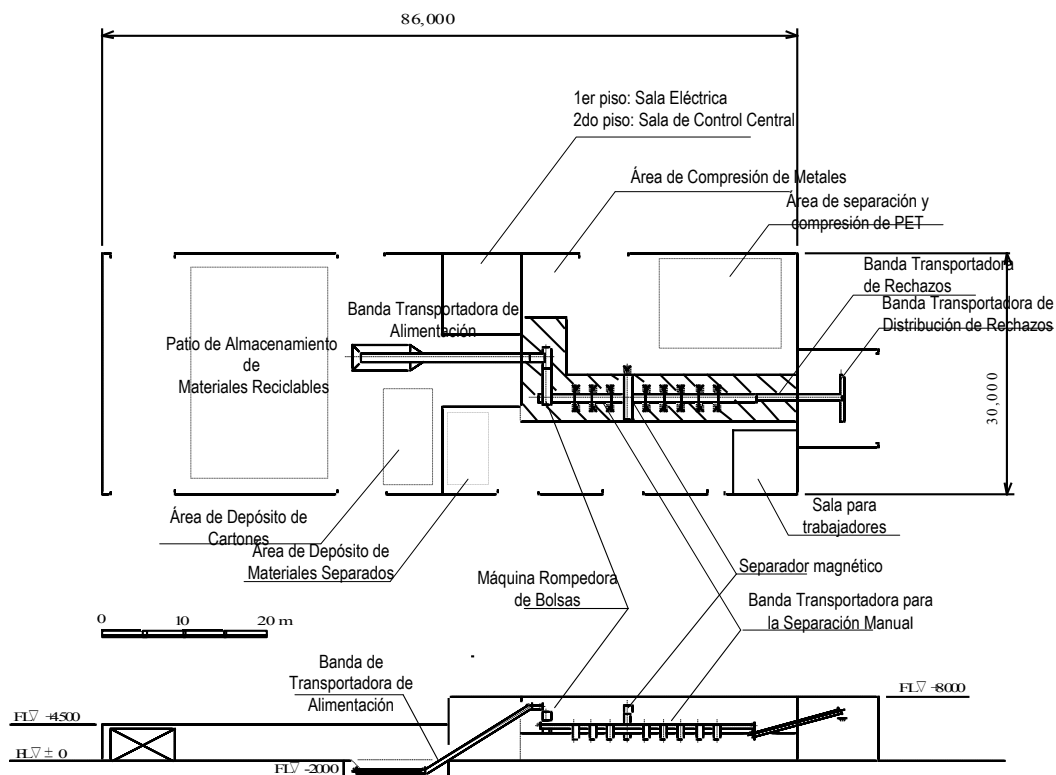


Figura 2-3: Plano de Distribución en MRF (30 toneladas/día)

## [Área Necesaria para la Instalación]

No está definido si se construye sólo la instalación de MRF o se construye adjunta a otras instalaciones, en el plano de distribución no se muestra el plan de estructura exterior. En caso de que se construye sola, se debe asegurar una franja de 15m de ancho alrededor del lote, donde se construirá la franja de amortiguación (zona verde), edificios para equipos de medición y control de medición y parqueadero.

Cálculo del área necesaria:  $(86+15 \times 2) \times (30+15 \times 2) = 6,960 \text{ m}^2 \rightarrow 7,000 \text{ m}^2$

**2.2.1.2 Configuración de MRF**

La MRF tiene función de clasificar residuos reciclables por tipo según la composición para aumentar la pureza de los materiales recuperados.

En el siguiente cuadro se muestra la configuración de la instalación de MRF:

Cuadro 2-12: Configuración de la Instalación de MRF (30 toneladas/día)

Aspecto	Contenido
<b>1. Materias primas</b>	
Residuos objeto de tratamiento	Residuos reciclables separados y recolectados en la ciudad
Cantidad de recepción	30 toneladas/día
Contenido de agua	~10%
Densidad aparente	40 kg/m <sup>3</sup>
<b>2. Resumen de instalación</b>	
Método de MRF	Separación manual + Separador magnético
Línea de tratamiento	1 línea
Capacidad	30 toneladas/día (1.54 toneladas/hora)
Operación	312 días/año 19.5 horas/día (2 turnos)
<b>3. Categorías de recuperación (desglose de peso establecido)</b>	
(1) Botellas PET	3.4 toneladas/día
(2) Plásticos blandos	3.5 toneladas/día
(3) Plásticos rígidos	2.8 toneladas/día
(4) Polipropileno	0.1 toneladas/día
(5) Papeles bond (archivo)	3.3 toneladas/día
(6) Periódicos	2.6 toneladas/día
(7) Cartones	3.4 toneladas/día
(8) Ferrosos	1.4 toneladas/día
(9) Metales no ferrosos	0.1 toneladas/día
(10) Vidrios	3.3 toneladas/día
(11) Rechazos	6.1 toneladas/día
<b>4. Principales equipos</b>	
Equipo de alimentación	Banda transportadora con tolva
Máquina rompedora de bolsas	Con el cilindro de aire con presión
Banda transportadora para la separación manual	Banda transportadora plana
Separador magnético	Electroimán suspendido

Aspecto	Contenido
Separación de PET	En la mesa
Prensa embaladora de PET	Hidráulica con el atado con cuerda
Prensa embaladora de cartón	Hidráulica con el atado con cuerda
Prensa embaladora de metal	Prensa (común para metales y aluminios)

**2.2.1.3 Plan de Operación de la MRF**

A continuación se muestra el plan de operación de MRF desde la recepción de residuos ingresados hasta el despacho de materiales recuperados.

**a. Horario de Operación**

Se establece el siguiente horario de operación de MRF:

- De lunes a sábado: 05:30 - 03:00 del siguiente día (21 horas 30 minutos)
- Domingos Descanso
- Recepción de residuos 7:00 - 19:00 (12 horas)
- Tiempo de operación 19.5 horas/día
- Línea 1 línea
- Turno 2 turnos

Cuadro 2-13: Horario de Operación de MRF

		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4
Recepción de residuos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Operación de la instalación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Turno 1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
	Turno 2												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

**b. Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas**

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias pesadas para MRF:

Cuadro 2-14: Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas en MRF

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Cargador sobre ruedas	1.2 m <sup>3</sup>	1	Unidad

**c. Contenido de Trabajo por Sección en MRF**

En el siguiente cuadro se indica el contenido de trabajo por sección en MRF:

Cuadro 2-15: Contenido de trabajo por sección en MRF (30 toneladas/día)

Sección	Contenido de trabajo
Administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administra la instalación.</li> <li>• Realiza la medición y el registro del peso de los residuos ingresados con la báscula de camión, la emisión de vales, etc.</li> <li>• Administra el sistema eléctrico tales como equipos de subestación</li> </ul>
Recepción (residuos ingresados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibe los residuos separados y recolectados en la ciudad.</li> <li>• Los residuos ingresados se pesan en la báscula de camión.</li> <li>• En el patio de almacenamiento de materiales reciclables se separan los residuos voluminosos como cartones e icopores que son difíciles de manejar en la línea de separación manual.</li> <li>• Los residuos reciclables después de la separación de residuos voluminosos se ingresan en la tolva de la banda transportadora de alimentación, con la cargadora sobre ruedas.</li> <li>• Los cartones separados se comprimen con la prensa embaladora exclusiva.</li> </ul>
Separación manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga de la operación y administración de equipos principales de la instalación y la administración del panel de control central y paneles de control in situ.</li> <li>• La sección de separación manual se ubica en el segundo piso y los materiales separados se depositan en las canecas de recuperación que se colocan en el primer piso a través del ducto (shoot). Las botellas de vidrio completas se depositan en una caja colocada en la sección de separación manual.</li> <li>• se alimenta los residuos transportados de la recepción en la banda transportadora de separación manual, y se separan manualmente en las categorías previamente definidas. Los metales ferrosos se separan mecánicamente con el separador magnético.</li> <li>• En general los residuos reciclables se entregan en bolsa plástica o cartón, por lo tanto se requiere instalar una máquina rompedora de bolsas.</li> </ul> <p>[Definición del orden de artículos que separar]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para aumentar la eficiencia de separación, se debe separar primero plásticos blandos y papeles que tienen densidad aparente relativamente alta.</li> <li>• Segundo, se separan metales ferrosos con el separador magnético.</li> <li>• Tercero, se separan botellas PET y plásticos rígidos.</li> <li>• En cuanto a las botellas de vidrio, para evitar la ruptura, se recuperan en una cesta de recuperación exclusiva que se coloca al lado del trabajador correspondiente.</li> <li>• Los materiales reciclables separados por trabajadores se depositan en una caneca de recuperación exclusiva a través del ducto (shoot) separado por cada artículo.</li> </ul>
Recuperación de materiales separados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporta y almacena materiales reciclables separados a un sitio determinado.</li> <li>• Las botellas PET separadas primariamente se transportan a la mesa de separación donde se eliminan materias extrañas como etiquetas y tapas, y luego se clasifican por color.</li> <li>• Los metales se separan en ferrosos y no ferrosos y se comprimen separadamente.</li> </ul>
Despacho de materiales separados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los rechazos que se generan en la línea de separación manual se depositan en un contenedor<sup>1</sup> exclusivo.</li> <li>• Cuando un contenedor se llena, se opera la banda transportadora a marcha inversa, para transportar rechazos al otro contenedor. El contenedor lleno se lleva al exterior para la disposición de rechazos.</li> </ul>

1 Se calcula con base en el contenedor utilizado en el Centro de Acopio Modelo de la Alquería (volumen del contenedor: 2.6m x7.0m de largo x 1.4m =25m<sup>3</sup>).

**d. Plan de Asignación de Trabajadores**

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en MRF:

Cuadro 2-16: Plan de Asignación de Trabajadores en MRF (30 toneladas/día)

Sección		Turno 1	Turno 2	Total
<b>Administración</b>				
Administrador		1 (08:00-17:30)		1
Contabilidad		1 (08:00-17:30)		1
Auxiliar de oficina		2 (08:00-19:30)		2
Total		4		4
<b>Operación</b>				
<b>Recepción</b>				
Operación de equipos				
Operario de equipo		1	1	2
<b>Recepción de residuos</b>				
Conductor de cargador sobre ruedas		1	1	2
Trabajadores		4	4	8
<b>Separación manual</b>				
Supervisor		1	1	2
Trabajadores		24	24	48
Separación de botella PET		5	5	10
<b>Recuperación de materiales separados</b>				
Trabajadores		3	3	6
Prensa embaladora de cartón		1 (07:00-16:30)		1
Embaladora de PET		1 (07:00-16:30)		1
Compresora de metal		1 (07:00-16:30)		1
<b>Despacho de materiales recuperados</b>				
Trabajadores		1	1	2
Total		43	40	83
Total		47	40	87

[Número de Trabajadores que Asignar a la Banda Transportadora de Separación Manual]

El número de trabajadores que asignar a la banda transportadora de separación manual se ha calculado según el volumen de los residuos reciclables ingresados y la eficiencia de separación. Cuando el número de trabajadores resulte en número impar, se añade una persona para que sea un número par, teniendo en cuenta la ubicación de trabajadores alrededor de la banda.

En el siguiente cuadro se muestran los valores establecidos del peso de materiales reciclables que se recuperan en la banda transportadora por tipo. Estos valores se obtienen cuando la proporción de materiales reciclables en los residuos ingresados sea de 20 a 30%. En cuanto a los residuos ingresados en la MRF de Bogotá, se supone que la proporción de materiales reciclables es de 70 a 80%, por lo tanto el peso de cada material que se recupera será un valor

más alto. Este valor del peso que se recupera debe ser revisado de acuerdo con el resultado de la operación del Proyecto Piloto del Centro de Acopio de la Alquería.

**Cuadro 2-17: Pero que Se Recupera por Tipo de Materiales Reciclables en la Banda Transportadora de Separación Manual (después de separación inicial y apertura de bolsas)**

Nombre del material recuperado	Estado y forma de material recuperado	Peso recuperado por hora por persona (kg)
Papeles	Revistas en forma original Otros en hojas	240
Películas Plásticas	En hojas	180
Textiles	Cortados	180
Metales no Ferrosos	Forma aplanada	50
Plásticos Rígidos	En pedazos	60
Cullet de Vidrios	En pedazos	120
Plásticos Blandos (Recipientes)	Forma original	240

Nota) Este cuadro muestra el peso recuperado por tipo de material cuando se realiza la separación manual después de la separación inicial y apertura de bolsas, el cual será utilizado para calcular el número de trabajadores que asignar a la separación manual como la separación manual con la banda transportadora. Estos valores pueden cambiar según la calidad de los residuos.

#### 2.2.1.4 Costo de la Instalación de MRF

##### a. Condiciones para el Cálculo del Costo

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se tiene en cuenta el costo de adquisición del terreno para la instalación (área de instalación requerida: 7,000 m<sup>2</sup>)
- No se tiene en cuenta el costo de las obras de estructura externa, incluyendo vías de acceso y vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en COP.

##### b. Aspectos Objeto del Cálculo

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

##### c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:



- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

**c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)**

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 5% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la facilidad se define el año anterior de la construcción de la facilidad.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

**c.2 Sueldos de Empleados**

En los cuadros 1-8 y 1-9 se muestran el precio unitario del sueldo y el costo personal de la instalación de MRF respectivamente.

Cuadro 2-18: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1,000 pesos colombianos/año)
Administración	Administrador	1	12,960
	Contabilidad	1	8,640
	Auxiliar de oficina	2	8,640
Operación	Supervisor	2	10,440
	Operario de máquinas	5	8,640
	Trabajador	74	8,640
	Conductor	2	9,960
<b>Total</b>		<b>87</b>	<b>67,920</b>

Cuadro 2-19: Costo Personal en la Instalación de MRF (30 toneladas/día)

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
Total del costo personal	0	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	1,007	15,105
Costos de administración (20%)	0	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	201	3,015
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>1,208</b>	<b>18,120</b>
Costos de provisión (10%)	0	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	121	1,815
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>1,329</b>	<b>19,935</b>

### c.3 Costo Unitario de los Insumos

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos tales como combustibles y la energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

Cuadro 2-20: Costo Unitario de los Insumos

Insumo	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	Pesos colombianos/litro	2,300
Energía (sólo cargo fijo)	Pesos colombianos/kWh	360

### c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.
- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 5% a partir del 6<sup>to</sup> año.
- El costo de calibración de la báscula de camión se establece COP 1,900,000 al año

### c.5 Desglose de Operación y Mantenimiento

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

Cuadro 2-21: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de MRF (30 toneladas/día)

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Repuestos de equipos	0	24	24	43	24	43	60	79	60	79	60	79	60	79	60	79	853
Sistema eléctrico	0	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54	810
Partes de maquinaria pesada	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	300
Combustible de maquinaria pesada	0	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	2,100
Total de O&M	0	238	238	257	238	257	274	293	274	293	274	293	274	293	274	293	4,063
Costos de administración (20%)	0	48	48	51	48	51	55	59	55	59	55	59	55	59	55	59	816
Total	0	286	286	308	286	308	329	352	329	352	329	352	329	352	329	352	4,879
Costos de provisión (10%)	0	29	29	31	29	31	33	35	33	35	33	35	33	35	33	35	489
Total	0	315	315	339	315	339	362	387	362	387	362	387	362	387	362	387	5,368

**c.6 Definición de la Vida Útil**

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-22: Definición de la Vida Útil**

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Cargadores sobre ruedas 1.2 m <sup>3</sup>	12 años

**2.2.1.5 Construcción de la Instalación de MRF**

**a. Costo de la Inversión Inicial**

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una instalación de MRF:

**Cuadro 2-23: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de MRF (30 toneladas/día)**

Unidad: pesos colombianos (COP)

Aspecto	Unidad	Precio unitario (US\$)	Cantidad	Precio
<b>Administración</b>				
Área administrativa	m <sup>2</sup>	475,000	164	77,900,000
Área de administración de equipos de medición	m <sup>2</sup>	380,000	25	9,500,000
Área de clasificación (incluyendo el sistema de drenaje)	Unidad	561,921,000	1	561,921,000
<b>Total de administración</b>				<b>649,321,000</b>
<b>Equipos</b>				
Equipos de medición (incluyendo el costo de calibración)	Unidad	201,900,000	1	201,900,000
Aparatos de control de equipos de medición	Unidad	19,000,000	1	19,000,000
<b>Recepción de residuos</b>				
Banda transportadora de alimentación con tolva	Unidad	118,750,000	1	118,750,000
<b>Separación manual</b>				
Máquina rompedora de bolsas		285,000,000	1	285,000,000
Banda transportadora para la separación manual	Unidad	75,525,000	1	75,525,000
Separador magnético	Unidad	19,000,000	1	19,000,000
Banda transportadora de rechazos	Unidad	20,900,000	1	20,900,000
Banda transportadora para la clasificación de rechazos	Unidad	11,400,000	1	11,400,000
<b>Producto terminado</b>				
Compresor de metales	Unidad	114,000,000	1	114,000,000
Prensa embaladora	Unidad	152,000,000	1	152,000,000
Compresor de PET	Unidad	152,000,000	1	152,000,000
Contenedor	Unidad	95,000	50	4,750,000
<b>Otras</b>				
Paneles de control	Unidad	38,000,000	1	38,000,000
Sistema de drenaje	Unidad	7,600,000	1	7,600,000
<b>Total de equipos</b>				<b>1,219,825,000</b>

Aspecto	Unidad	Precio unitario (US\$)	Cantidad	Precio
<b>Maquinarias pesadas</b>				
Cargador sobre ruedas	Unidad	200,000,000	1	200,000,000
Total de maquinarias pesadas				200,000,000
Costo directo de obras				2,069,146,000
Costo de administración de obras	10%			206,914,600
Costo neto de construcción				2,276,060,600
Costo administrativo/costo indirecto	15%			341,409,100
Total del costo directo de construcción				2,617,469,700
Costo de ajuste	10%			261,747,000
Costo de construcción				2,879,216,700
Impuestos	16%			460,674,700
Costo total de las obras				3,339,891,400
Planeación/supervisión	5%			143,960,800
Impuestos	16%			23,033,700
Costo total de planeación y supervisión				166,994,500
Costo total del Proyecto				3,506,885,900

**b. Costos del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 1,048 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (1,048 millones/30 años = 35 millones de pesos colombianos).

**Cuadro 2-24: Costos del Proyecto de MRF (30 toneladas/día)**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/supervisión	101	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	167
Obras civiles	0	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	525
Obras eléctricas y de instalación	0	1,969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,969
Maquinarias pesadas	0	323	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	323	0	0	646
Operación y mantenimiento y costo personal	0	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	1,329	19,935
Operación y mantenimiento y otros	0	315	315	339	315	339	362	387	362	387	362	387	362	387	362	387	5,368
<b>Total</b>	<b>101</b>	<b>4,037</b>	<b>1,679</b>	<b>1,703</b>	<b>1,679</b>	<b>1,703</b>	<b>1,726</b>	<b>1,751</b>	<b>1,726</b>	<b>1,751</b>	<b>1,726</b>	<b>1,751</b>	<b>1,726</b>	<b>2,074</b>	<b>1,726</b>	<b>1,751</b>	<b>28,610</b>

**c. Estimación del Costo de Construcción de una Instalación de MRF**

A través de la adición de los costos de la instalación de MRF con la capacidad de 30 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 28,610 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 203,800 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 20 a 60 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-25: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de MRF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento MRF (30 toneladas/día)**

Capacidad instalada	Toneladas/día	20	30	40	50	60
Monto total de inversión	1 millón de pesos colombianos	22,430	28,610	33,989	38,881	43,373
Días de operación	días/año	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	Tonelada	93,600	140,400	187,200	234,000	280,800
Precio unitario	1000 pesos colombianos /tonelada	239.6	203.8	181.6	166.2	154.5

**2.2.2 Facilidad de Recuperación de Materiales (200 toneladas/día)**

**2.2.2.1 Resumen de la Facilidad de Recuperación de Materiales (MRF)**

**a. Residuos Objeto de la MRF**

Los residuos objeto de la MRF son los residuos generados y separados en la ciudad, igual que para la instalación de MRF de 30 toneladas al día.

**b. Escala de la MRF**

La escala de la MRF será de 200 toneladas al día.

**c. Flujo de la MRF**

En la siguiente figura se muestra el flujo de la MRF.

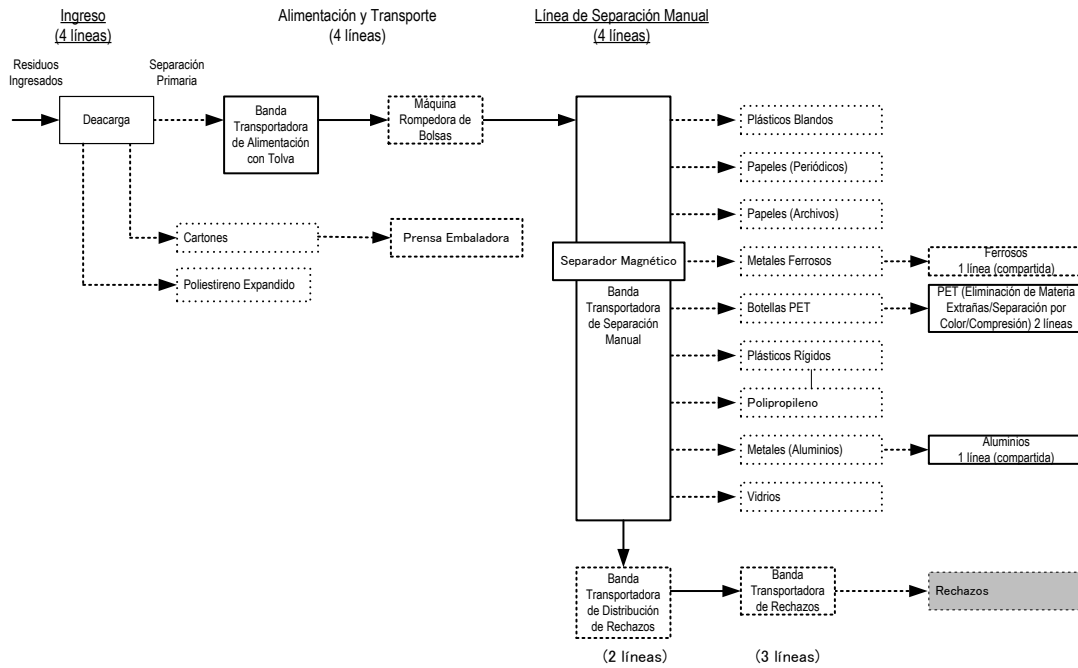


Figura 2-4: Diagrama de Flujo de MRF (200 toneladas/día)

**d. Composición de Residuos Ingresados (Residuos Reciclables) a la MRF**

En el siguiente cuadro se muestra la composición establecida de residuos ingresados (residuos reciclables) en la MRF.

Cuadro 2-26: Composición de Residuos Ingresados en la MRF

Categoría de separación	Residuos Reciclables	
	toneladas/día	peso %
(1) Botellas PET	22.8	11.4
(2) Plásticos blandos	23.4	11.7
(3) Plásticos rígidos	18.6	9.3
(4) Polipropileno	0.6	0.3
(5) Papeles bond (archivo)	22.0	11.0
(6) Periódicos	17.4	8.7
(7) Cartones	22.6	11.3
(8) Hierro	9.4	4.7
(9) Metales no ferrosos (aluminio, etc.)	0.6	0.3
(10) Vidrios	22.0	11.0
(11) Rechazos	40.6	20.3
<b>Total</b>	<b>200.0</b>	<b>100.0</b>

Nota) Se calculó con base en el resultado real de la composición de residuos sacados del Centro de Acopio de la Alquería.

**e. Plano de Distribución de la Instalación de MRF**

En la siguiente figura se muestra la distribución de la instalación de MRF.

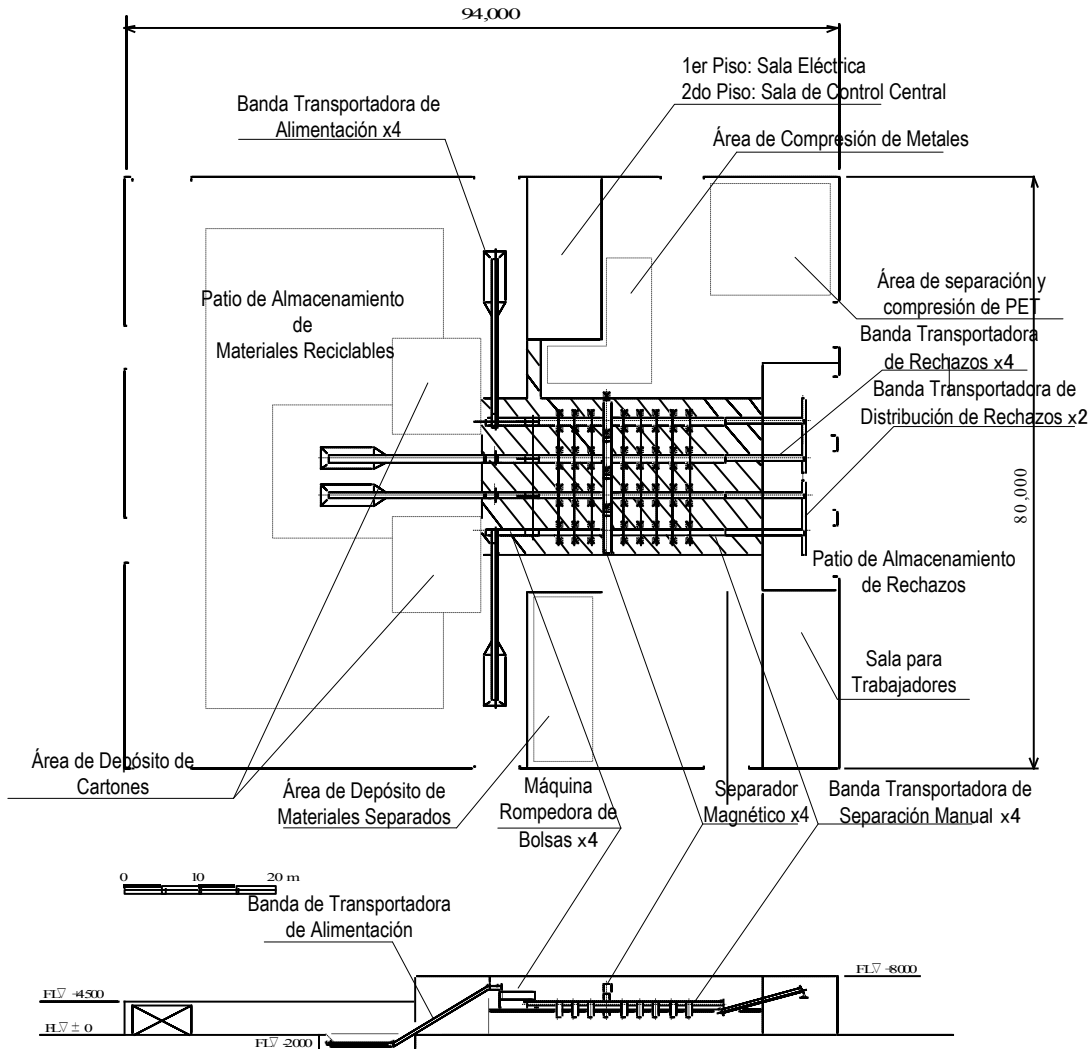


Figura 2-5: Plano de Distribución en MRF (200 toneladas/día)

[Área Necesaria para la Instalación]

No está definido si se construye sólo la instalación de MRF o se construye adjunta a otras instalaciones, en el plano de distribución no se muestra el plan de estructura exterior. En caso de que se construye sola, se debe asegurar una franja de 15m de ancho alrededor del lote, donde se construirá la franja de amortiguación (zona verde), edificios para equipos de medición y control de medición y parqueadero.

Cálculo del área necesaria:  $(94+15 \times 2) \times (80+15 \times 2) = 13,640 \text{ m}^2 \rightarrow 14,000 \text{ m}^2$

### 2.2.2.2 Configuración de MRF

La MRF tiene función de clasificar residuos reciclables por tipo según la composición para aumentar la pureza de los materiales recuperados.

En el siguiente cuadro se muestra la configuración de la instalación de MRF:

Cuadro 2-27: Configuración de la Instalación de MRF (200 toneladas/día)

Aspecto	Contenido	
<b>1. Materias primas</b>		
Residuos objeto de tratamiento	Residuos reciclables separados y recolectados en la ciudad	
Cantidad de recepción	200 toneladas/día	
Contenido de agua	~10%	
Densidad aparente	40 kg / m <sup>3</sup>	
<b>2. Resumen de instalación</b>		
Método de MRF	Separación manual + Separador magnético	
Línea de tratamiento	4 líneas (Líneas de Separación manual)	
Capacidad	200 toneladas/día (10.3 toneladas/hora)	
Operación	312 días/año 19.5 horas/día (2 turnos/línea)	
<b>3. Categorías de recuperación (desglose de peso establecido)</b>		
(1) Botellas PET	22.8 toneladas/día	5.7 toneladas/día/línea
(2) Plásticos blandos	23.4 toneladas/día	5.9 toneladas/día/línea
(3) Plásticos rígidos	18.6 toneladas/día	4.7 toneladas/día/línea
(4) Polipropileno	0.6 toneladas/día	0.2 toneladas/día/línea
(5) Papeles bond (archivo)	22.0 toneladas/día	5.5 toneladas/día/línea
(6) Periódicos	17.4 toneladas/día	4.4 toneladas/día/línea
(7) Cartones	22.6 toneladas/día	5.7 toneladas/día/línea
(8) Ferrosos	9.4 toneladas/día	2.4 toneladas/día/línea
(9) Metales no ferrosos	0.6 toneladas/día	0.2 toneladas/día/línea
(10) Vidrios	22.0 toneladas/día	5.5 toneladas/día/línea
(11) Rechazos	40.6 toneladas/día	10.2 toneladas/día/línea
<b>4. Principales equipos</b>		
Equipo de alimentación	Banda transportadora con tolva	
Máquina rompedora de bolsas	Con el cilindro de aire con presión	
Banda transportadora para la separación manual	Banda transportadora plana	
Separador magnético	Electroimán suspendido	
Separación de PET	En la mesa (2 líneas)	
Prensa embaladora de PET	Hidráulica con el atado con cuerda (2 líneas)	
Prensa embaladora de cartón	Hidráulica con el atado con cuerda	
Prensa embaladora de plástico	Hidráulica con el atado con cuerda	
Prensa embaladora de latas metálicas	Compresión hidráulica	
Prensa embaladora de rechazos	Hidráulica con el atado con cuerda	



### 2.2.2.3 Plan de Operación de la MRF

A continuación se muestra el plan de operación de MRF desde la recepción de residuos ingresados hasta el despacho de materiales recuperados.

#### a. Horario de Operación

Se establece el siguiente horario de operación de MRF:

- De lunes a sábado: 05:30 - 03:00 del siguiente día (21 horas 30 minutos)
- Domingos: descanso
- Recepción de residuos: 7:00 – 19:00 (12 horas)
- Tiempo de operación: 19.5 horas/día
- Línea: 4 líneas (línea de separación manual)
- Turno: 2 turno/línea x 4 líneas

Cuadro 2-28: Horario de Operación de MRF

		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4
Recepción de residuos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Operación de la instalación			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	Turno 1		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
	Turno 2												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

#### b. Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias pesadas para MRF:

Cuadro 2-29: Plan de Dotación de Maquinarias Pesadas en MRF

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Cargador sobre ruedas	1.2 m <sup>3</sup>	2	Unidad
2	Montacargas	0.2 m <sup>3</sup>	2	Unidad

#### c. Contenido de Trabajo por Sección en MRF

En el siguiente cuadro se indica el contenido de trabajo por sección en MRF:

Cuadro 2-30: Contenido de trabajo por sección en MRF (200 toneladas/día)

Sección	Contenido de trabajo
Administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administra la instalación.</li> <li>• Realiza la medición y el registro del peso de los residuos ingresados con la báscula de camión, la emisión de vales, etc.</li> <li>• Administra el sistema eléctrico tales como equipos de subestación</li> </ul>
Recepción (residuos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibe los residuos separados y recolectados en la ciudad.</li> <li>• Los residuos ingresados se pesan en la báscula de camión.</li> </ul>

Sección	Contenido de trabajo
ingresados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generalmente los residuos reciclables se entregan en bolsas plásticas, se debe romper esas bolsas y separar residuos voluminosos como cartones e icopores que son difíciles de manejar en la línea de separación manual.</li> <li>• Los residuos reciclables después de la separación de residuos voluminosos se ingresan en la tolva de la banda transportadora de alimentación, con la cargadora sobre ruedas.</li> <li>• Los cartones separados se comprimen con la prensa embaladora exclusiva.</li> </ul>
Separación manual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga de la operación y administración de equipos principales de la instalación y la administración del panel de control central y paneles de control in situ.</li> <li>• La sección de separación manual se ubica en el segundo piso y los materiales separados se depositan en las canecas de recuperación que se colocan en el primer piso a través del ducto (shoot). Las botellas de vidrio completas se depositan en una caja colocada en la sección de separación manual.</li> <li>• Se alimenta los residuos transportados de la recepción en la banda transportadora de separación manual, y se separan manualmente en las categorías previamente definidas. Los metales ferrosos se separan mecánicamente con el separador magnético.</li> <li>• En general los residuos reciclables se entregan en bolsa plástica o cartón, por lo tanto se requiere instalar una máquina rompedora de bolsas. [Definición del orden de artículos que separar]</li> <li>• Para aumentar la eficiencia de separación, se debe separar primero plásticos blandos y papeles que tienen densidad aparente relativamente alta.</li> <li>• Segundo, se separan metales ferrosos con el separador magnético.</li> <li>• Tercero, se separan botellas PET y plásticos rígidos.</li> <li>• En cuanto a las botellas de vidrio, para evitar la ruptura, se recuperan en una cesta de recuperación exclusiva que se coloca al lado del trabajador correspondiente.</li> <li>• Los materiales reciclables separados por trabajadores se depositan en caneca de recuperación exclusiva por cada artículo, a través del ducto de descarga (shoot).</li> </ul>
Recuperación de materiales separados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporta y almacena materiales reciclables separados a un sitio determinado.</li> <li>• Las botellas PET separadas primariamente se transportan a la mesa de separación donde se eliminan materias extrañas como etiquetas y tapas, y luego se clasifican por color</li> <li>• Los plásticos blandos separados primariamente se comprimen y se embalan.</li> <li>• Los metales clasificados en ferrosos y no ferrosos se comprimen y se embalan separadamente.</li> </ul>
Despacho de materiales separados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los rechazos que se generan en la línea de separación manual se envía por la banda transportadora de distribución y luego pasando por la banda transportadora de rechazos y la banda transportadora de distribución de rechazos se depositan en el área de rechazos donde está colocado un contenedor<sup>1</sup> exclusivo.</li> <li>• La entrega de rechazos se conforma por la banda transportadora de distribución (2 líneas) y la banda transportadora de rechazos (3 líneas) y los rechazos se entregan en 3 áreas de almacenamiento de rechazos.</li> <li>• Cuando un contenedor se llena, se opera la banda transportadora a marcha inversa, para transportar rechazos al otro contenedor. El contenedor lleno se lleva al exterior para la disposición de rechazos.</li> </ul>

#### d. Plan de Asignación de Trabajadores

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en MRF:

<sup>1</sup> Se calcula con base en el contenedor utilizado en el Centro de Acopio Modelo de la Alquería (volumen del contenedor: 2.6m x7.0m de largo x 1.4m =25m<sup>3</sup>).

Cuadro 2-31: Plan de Asignación de Trabajadores en MRF (200 toneladas/día)

Sección	1 Línea			Facilidad Total	Nos. de líneas
	Turno 1	Turno 2	Total		
<b>Administración</b>					
Administrador	1 (08:00-17:30)		1	1	-
Contabilidad	1 (08:00-17:30)		1	1	-
Auxiliar de oficina	4 (08:00-19:30)		4	4	-
<b>Total</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>
<b>Operación</b>					
<b>Recepción</b>					
Operación de equipos					
Operario de equipos	2	2	4	8	2
Recepción de residuos					
Conductor de cargador sobre ruedas	1	1	2	4	2
Trabajadores	8	8	16	32	2
<b>Separación manual</b>					
Supervisor	1	1	2	8	4
Trabajador	26	26	52	208	4
Operario de compresor de PET	2 (8:00-19:30)		2	2	1
Separador de PET	6	6	12	12	1
Operario de compresor de metales	2 (8:00-19:30)		2	2	1
<b>Recuperación de materiales separados</b>					
Trabajadores					
Trabajadores	14	14	28	28	1
Prensa embaladora de cartones	2 (8:00-19:30)		2	2	1
Prensa embaladora de rechazos	2 (8:00-19:30)		2	2	1
Conductor de montacargas	1	1	2	2	1
<b>Despacho de materiales recuperados</b>					
Trabajadores					
Trabajadores	8	8	16	16	1
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>67</b>	<b>142</b>	<b>326</b>	<b>-</b>
<b>Total</b>	<b>81</b>	<b>67</b>	<b>148</b>	<b>332</b>	<b>-</b>

[Número de Trabajadores que Asignar a la Banda Transportadora de Separación Manual]

Se calculó de la misma manera que la escala de 30 toneladas.

#### 2.2.2.4 Costo de la Instalación de MRF

Se calculó con las mismas condiciones que la escala de 30 toneladas.

##### a. Condiciones para el Cálculo del Costo

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se tiene en cuenta el costo de las obras de estructura externa, incluyendo vías de acceso y vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en COP.

**b. Aspectos Objeto del Cálculo**

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

**c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento**

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

**c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)**

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 5% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la facilidad se define el año anterior de la construcción de la facilidad.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

**c.2 Sueldos de Empleados**

En el siguiente cuadro se muestran sueldos para empleados de la MRF:

Cuadro 2-32: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1000 COP/año)
Administración	Administrador	1	42,360
	Contabilidad	1	21,180
	Auxiliar de oficina	4	21,180
Operación	Supervisor	8	28,240
	Operario de máquinas	16	14,120
	Trabajador	296	9,884
	Conductor	6	19,440
		332	-

Cuadro 2-33: Costo Personal en la Instalación de MRF (200 toneladas/día)

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Total del costo personal	0	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	3,645	54,675
Costos de administración (20%)	0	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	729	10,935
Total	0	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	4,374	65,610
Costos de provisión (10%)	0	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	437	6,555
Total	0	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	72,165

**c.3 Costo Unitario de los Insumos**

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos tales como combustibles y la energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

Cuadro 2-34: Costo Unitario de los Insumos

	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	Pesos colombianos/litro	2,300
Energía (sólo cargo fijo)	Pesos colombianos/kWh	360

**c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto**

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.
- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 5% a partir del 6<sup>to</sup> año.
- El costo de calibración de la báscula de camión se establece 1,900,000 pesos colombianos al año.

**c.5 Desglose de Operación y Mantenimiento**

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

Cuadro 2-35: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de MRF  
(200 toneladas/día)

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Repuestos de equipos	0	66	66	85	66	85	165	184	165	184	165	184	165	184	165	184	2,113
Sistema eléctrico	0	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	323	4,845
Partes de maquinaria pesada	0	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	1,050
Combustible de maquinaria pesada	0	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560	8,400
Total de O&M	0	1,019	1,019	1,038	1,019	1,038	1,118	1,137	1,118	1,137	1,118	1,137	1,118	1,137	1,118	1,137	16,408
Costos de administración (20%)	0	204	204	208	204	208	224	227	224	227	224	227	224	227	224	227	3,283
Total	0	1,223	1,223	1,246	1,223	1,246	1,342	1,364	1,342	1,364	1,342	1,364	1,342	1,364	1,342	1,364	19,691
Costos de provisión (10%)	0	122	122	125	122	125	134	136	134	136	134	136	134	136	134	136	1,966
Total	0	1,345	1,345	1,371	1,345	1,371	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	21,657

### c.6 Definición de la Vida Útil

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-36: Definición de la Vida Útil

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Cargador sobre ruedas 1.2 m <sup>3</sup>	12 años
Montacargas 0.2 m <sup>3</sup>	12 años

### 2.2.2.5 Construcción de la Instalación de MRF

#### a. Costo de la Inversión Inicial

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una instalación de MRF:

Cuadro 2-37: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de MRF  
(200 toneladas/día)

Unidad: pesos colombianos (COP)

Aspecto	Unidad	Precio unitario (US\$)	Cantidad	Precio
<b>Administración</b>				
Área administrativa	m <sup>2</sup>	475,000	460	218,500,000
Área de administración de equipos de medición	m <sup>2</sup>	380,000	25	9,500,000
Área de clasificación (incluyendo el sistema de drenaje)	unidad	1,632,837,000	1	1,632,837,000
Total de administración				1,860,837,000
<b>Equipos</b>				
Equipos de medición (incluyendo el costo de calibración)	unidad	201,900,000	1	201,900,000
Aparatos de control de equipos de medición	unidad	19,000,000	1	19,000,000
Recepción de residuos				
Banda transportadora de alimentación con tolva	unidad	118,750,000	4	475,000,000
Separación manual				
Máquina rompedora de bolsas	unidad	285,000,000	4	1,140,000,000
Banda transportadora para la separación manual	unidad	76,950,000	4	307,800,000
Separador magnético	unidad	28,500,000	4	114,000,000
Banda transportadora para la clasificación de rechazos	unidad	20,900,000	4	83,600,000
Banda transportadora de rechazos	unidad	19,000,000	2	38,000,000
Producto terminado	unidad			
Compresor de metales		114,000,000	1	114,000,000
Prensa embaladora de papeles	unidad	152,000,000	1	152,000,000
Compresor de plásticos	unidad	152,000,000	1	152,000,000
Compresor de PET	unidad	152,000,000	2	304,000,000
Canecas de recuperación	unidad	380,000	250	95,000,000
Otros	unidad			
Paneles de control		95,000,000	1	95,000,000
Sistema de drenaje	unidad	15,200,000	1	15,200,000
Total de los equipos	unidad			3,306,500,000
<b>Maquinarias pesadas</b>				
Cargador sobre ruedas	unidad	200,000,000	2	400,000,000
Montacargas	unidad	150,000,000	2	300,000,000
Total de maquinarias pesadas				700,000,000
Costo directo de obras				5,867,337,000
Costo de administración de obras	10%			586,733,700
Costo neto de construcción				6,454,070,700
Costo administrativo/costo indirecto	15%			968,110,600
Total del costo directo de construcción				7,422,181,300
Costo de ajuste	10%			742,218,100
Costo de construcción				8,164,399,400
Impuestos	16%			1,306,303,900
Costo total de las obras				9,470,703,300
Planeación/supervisión	10%			408,220,000
Impuestos	16%			65,315,200
Costo total de planeación y supervisión				473,535,200
Costo total del Proyecto				9,944,238,500

**b. Costos del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 3,004 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (3,0 4 millones/30 años = 100 millones de pesos colombianos).

Cuadro 2-38: Costos del Proyecto de MRF (200 toneladas/día)

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/supervisión	284	189	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	473
Obras civiles	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1,500
Obras eléctricas y de instalación	0	5,338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,338
Maquinarias pesadas	0	1,130	0	0	0	0	0	0	1,130	0	0	0	0	0	0	0	2,260
Operación y mantenimiento y costo personal	0	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	4,811	72,165
Operación y mantenimiento y otros	0	1,345	1,345	1,371	1,345	1,371	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	1,476	1,500	21,657
<b>Total</b>	<b>284</b>	<b>12,913</b>	<b>6,256</b>	<b>6,282</b>	<b>6,256</b>	<b>6,282</b>	<b>6,387</b>	<b>6,411</b>	<b>7,517</b>	<b>6,411</b>	<b>6,387</b>	<b>6,411</b>	<b>6,387</b>	<b>6,411</b>	<b>6,387</b>	<b>6,411</b>	<b>103,393</b>

**c. Estimación del Costo de Construcción de una Instalación de MRF**

A través de la adición de los costos de la instalación de MRF con la capacidad de 200 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 103,393 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 110,500 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 100 a 300 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro.



Cuadro 2-39: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de MRF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento MRF

(200 toneladas/día)

Capacidad instalada	Toneladas/día	100	150	200	250	300
Monto total de inversión	1 millón de pesos colombianos	68,239	86,954	103,393	118,178	131,826
Días de operación	días/año	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	Tonelada	468,000	702,000	936,000	1,170,000	1,404,000
Precio unitario de tratamiento	1000 pesos colombianos/tonelada	145.8	123.9	110.5	101.0	93.9

## 2.3 Planta de compostaje (100 toneladas/día)

### 2.3.1 Resumen de la planta de compostaje

#### a. Residuos sólidos objeto del compostaje

Los residuos sólidos objeto del compostaje serán residuos generados en plazas de Mercado, de poda de árboles y de corte de césped. Se estima que en la mezcla de esos residuos sólidos se contienen pocos materiales no aptos para el compostaje.

#### b. Escala de la planta de compostaje

La escala de la planta de compostaje es de 100 toneladas por día.

#### c. Flujo del compostaje en la planta

A continuación se muestra el flujo de procesos en una planta de compostaje.

Los residuos generados en plazas de mercado y de corte de césped, después de ser pesados, se descargan en el área de hileras. Mientras, los residuos productos de poda de árboles se trituran en trozos pequeños, después de ser pesados. Estos residuos de poda de árboles triturados se guardan en un depósito temporal para ser utilizados como agente para aumentar el volumen. Por eso, luego se mezclan con residuos ingresados que se requieren ajustar la densidad aparente y se envían al proceso de compostaje.

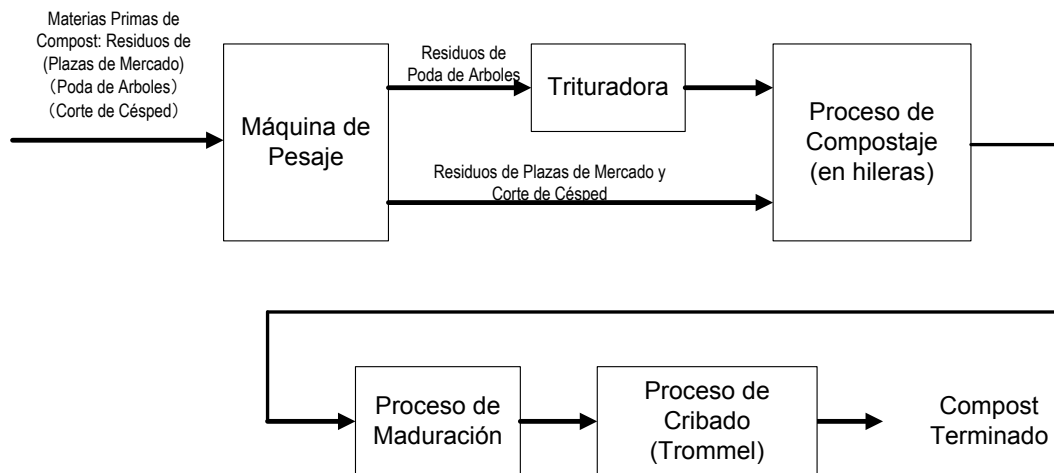


Figura 2-6: Flujo de procesos en una planta de compostaje

#### d. Balance de materiales en una planta de compostaje

Se calculó el balance de materiales, estableciendo la siguiente composición de materias primas del compost de acuerdo con la cantidad promedio de residuos por categoría ingresados en el RSDJ:

Peso específico aparente		250	kg/l
Materiales inflamables	Residuos de cocina	90.0	(%)
	Papel	2.3	(%)
	Textil	1.1	(%)
	Planta y árbol	0.2	(%)
	Plástico	5.2	(%)
	Cuero y caucho	0.1	(%)
	Total	98.9	(%)
Materiales no inflamables	Metal	0.2	(%)
	Vidrio	0.3	(%)
	Cerámica y piedra	0.1	(%)
	Otros	0.5	(%)
	Total	1.1	(%)
Total		100.0	(%)

En la siguiente figura se muestra el balance de materiales en una planta de compostaje:

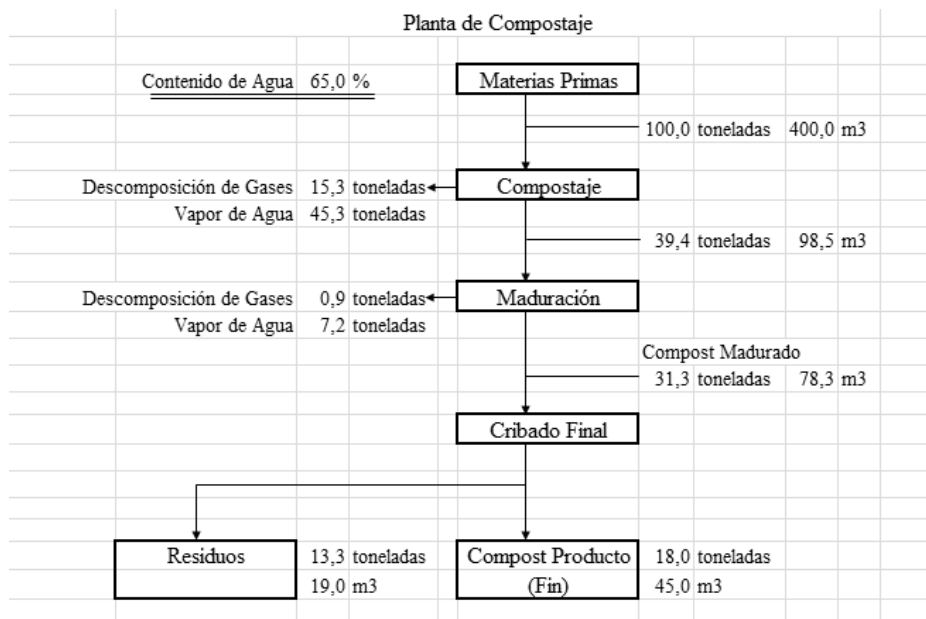


Figura 2-7: Balance de materiales en una planta de compostaje

**e. Plano de Distribución de Planta**

En la siguiente figura se muestra la distribución de la instalación de compostaje:

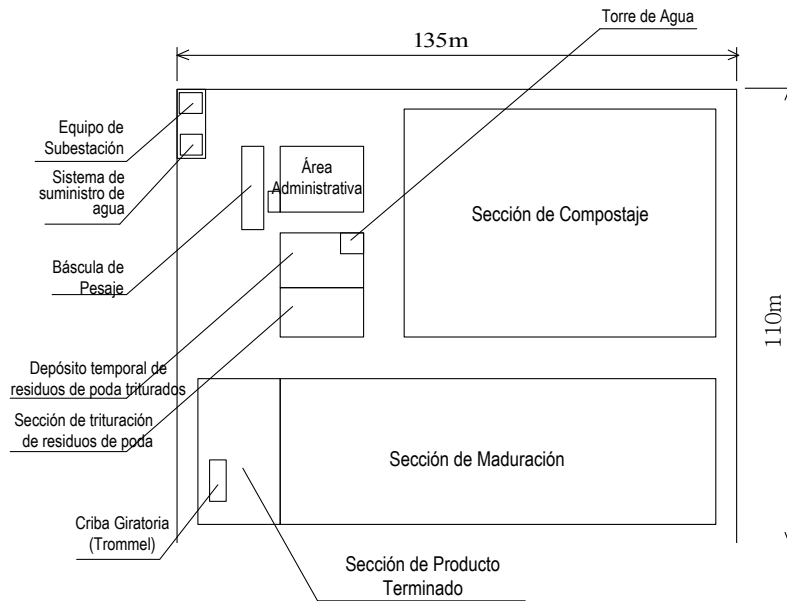


Figura 2-8: Plano de distribución de la planta de compostaje

[Área Necesaria para la Instalación]

No está definido si se construye sólo la instalación de compostaje o se construye adjunta a otras instalaciones, en el plano de distribución no se muestra el plan de estructura exterior. En caso de que se construye sola, se debe asegurar una franja de 10m de ancho alrededor del lote, donde se construirá una franja de amortiguación (zona verde).

Cálculo del área necesaria:  $(135+10 \times 2) \times (110+10 \times 2) = 20,150 \text{ m}^2 \rightarrow 20,000 \text{ m}^2$

### 2.3.2 Configuración de la planta de compostaje

La planta de compostaje tiene función de aplicar tratamiento aeróbico a residuos orgánicos tales como residuos de plazas de mercado, de poda de árboles y de corte de césped para convertirlos en el compost.

En el siguiente cuadro se muestra la configuración la planta de compostaje:

Cuadro 2-40: Configuración de la planta de compostaje

Aspecto	Contenido
<b>1. Materias Primas</b>	
Residuos objeto	Residuos orgánicos urbanos provenientes de plazas de mercado, poda de árboles y corte de césped
Cantidad de recepción	100 toneladas/día
Contenido de agua	60-70%
Densidad aparente	~500 kg / m <sup>3</sup>
<b>2. Compostaje</b>	
Método de compostaje	En hileras
Línea de tratamiento	1 línea
Capacidad	100 ton/día
Operación	312 día/año 8 horas/día
Tiempo de compostaje	28 días
Temperatura en el interior de la fila	>55grados Celsius
<b>3. Maduración</b>	
Operación	312 días/año 8 horas/día
Capacidad	35 toneladas/día
Contenido de agua	~40 %
Densidad aparente	~500 kg/m <sup>3</sup>
Tiempo de maduración	60 días
<b>4. Producto</b>	
Clasificación	Trommel (criba giratoria)
Operación	312 días/año 8 horas/día
Cantidad de productos de compost	18 toneladas/día
Contenido de agua	~40%
Densidad aparente	~500 kg / m <sup>3</sup>

### 2.3.3 Plan de operación de la planta de compostaje

A continuación, se muestra un plan de operación desde la recepción de materias primas (residuos de plazas de mercado, de poda de árboles y de corte de césped) hasta el despacho de productos finales de compost.

#### a. Horario de operación

Se establece el siguiente horario de operación de la planta de compostaje:

- De lunes a sábado: 8:00 - 18:00 (tiempo de funcionamiento real de la instalación: 8 horas/día)
- Domingos Descanso
- Recepción de residuos 8:00 - 20:00
- Línea 1 Línea
- Turno 1 turno

Cuadro 2-41: Horario de operación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Recepción de materias primas	Lunes a sábado																			
Horario de operación	Lunes a sábado																			

**b. Plan de dotación de maquinarias pesadas**

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias para la planta de compostaje:

Cuadro 2-42: Plan de dotación de maquinarias para la planta de compostaje

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Volqueta	11 toneladas	1	Unidad
2	Cargador sobre ruedas	1.2 m <sup>3</sup>	2	Unidad
3	Cargador sobre ruedas con volteador (de hileras)	Capacidad de volteo: más de 40m <sup>3</sup> /hora	1	Unidad

**c. Contenido del trabajo por sección en la planta de compostaje**

En el siguiente cuadro se indica el contenido de trabajo por sección en la planta de compostaje:

Cuadro 2-43: Contenido de trabajo por sección en la planta de compostaje

Sección	Contenido de trabajo
Recepción	<p>A esta sección corresponde el trabajo de recepción de materias primas para el compost (residuos recolectados provenientes de plazas de mercado, poda de árboles y corte de césped).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las materias primas ingresadas se pesan en la báscula según la información como el tipo y el origen.</li> <li>Los residuos de plazas de mercado y corte de césped se llevan directamente al área de conformación de hileras, sin requerir tratamiento previo.</li> <li>A los residuos de poda de árboles se les aplica el tratamiento previo de trituración en pequeños trozos y se clasifican con la criba. Los residuos que pasan por la criba se llevan al área de conformación de hileras. Los que quedan en la criba se llevan nuevamente a la trituradora.</li> <li>Los residuos no aptos para el compostaje, se llevan al sitio de disposición final y allí se entierran.</li> </ul>
Compostaje	<p>En esta sección se realiza el trabajo de compostaje. Está dividida en varias zonas donde se conforman varias hileras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos de plazas de mercado y corte de césped, además de los residuos de poda de árboles después del tratamiento previo, se llevan a la hilera previamente definida.</li> <li>Es mejor que mezclar residuos de poda de árboles pre-tratados con residuos de plazas de mercado y de corte de césped, ya que se pueden aprovechar como agente de inflado y para ajustar el contenido de agua.</li> <li>Según el estado de hileras de compost, se mezcla el compost terminado con materias primas que conforman la hilera para obtener la densidad y el contenido de agua adecuado.</li> </ul>

Sección	Contenido de trabajo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El período de compostaje es de 28 días.</li> </ul>
Maduración	<p>El compost crudo que sale de la sección de compostaje se madura en esta sección. Esta área no está dividida tan ordenadamente como el área de compostaje, pero al conformar la hilera de maduración se debe registrar el sitio, la fecha y la hora para poder administrarla.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La duración de maduración es de 60 días.</li> </ul>
Terminación (productos finales)	<p>En esta sección se clasifica con la criba giratoria (trommel) el compost madurado para obtener producto terminado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La criba debe tener una estructura fácil de quitar y poner y su tamaño puede cambiar según el requerimiento del cliente.</li> <li>Lo que queda en la criba giratoria se lleva al sitio de disposición final.</li> <li>Lo que pasa por criba se lleva al depósito de productos terminados.</li> <li>Como la forma de despacho, se plantean las siguientes dos: llevar el compost a granel al cliente en camión o llevarlo empacado en bolsas de plástico. El tamaño de la bolsa de plástico se debe definir a través de un estudio de mercado.</li> </ul>

**d. Plan de asignación de trabajadores**

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en la planta de compostaje:

Cuadro 2-44: Plan de asignación de trabajadores en la planta de compostaje

Sección		
Administración		
	Administrador	1
	Contabilidad	1
	Auxiliar de oficina	2 (08:00-20:00)
	<b>Total</b>	<b>4</b>
Operación		
	Recepción	
	Supervisor	1
	Operación de equipos	
	Operador de criba	1
	Trabajadores	2
	Recepción de Residuos	
	Conductor de cargador sobre ruedas	1
	Trabajadores	3
	Compostaje y Maduración	
	Conductor de volquetas	2
Conductor de cargador sobre ruedas	1	
Trabajadores	3	
Clasificación		
Supervisor	1	
Operador de Trommel	1	
Trabajadores	2	
Producto terminado		
Operador de empacador	1	
Trabajadores	2	
	<b>Total</b>	<b>21</b>
	<b>Total</b>	<b>25</b>

### 2.3.4 Costo de la Planta de Compostaje

#### a. Condiciones para el cálculo del costo

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se tiene en cuenta el costo de adquisición del terreno para la instalación (área de instalación requerida: 20,000 m<sup>2</sup>)
- No se tiene en cuenta el costo de las obras para organizar vías de acceso a la planta, cunetas externas, incluyendo vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP\$1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en pesos colombianos.

#### b. Aspectos objeto del cálculo

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

#### c. Condiciones del cálculo del costo de operación y mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

#### c.1 Costo de planeación y administración (diseño detallado)

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 10% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la planta se define el año anterior de la construcción de la planta.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

#### c.2 Sueldos de empleados

En los cuadros 6 y 7 se muestran el precio unitario del sueldo y el costo personal de la instalación respectivamente.



Cuadro 2-45: Sueldo de empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1,000 pesos colombianos/año)
Administración	Administrador	1	42,360
	Contabilidad	1	21,180
	Auxiliar de oficina	2	21,180
Operación	Supervisor	2	28,240
	Operador de máquinas	3	14,120
	Trabajador	12	9,884
	Conductor	4	19,440
Total		25	-

Cuadro 2-46: Costo Personal en la Instalación de Compostaje

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Total del costo personal	0	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	390	5,850
Costos de administración (20%)	0	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	1,170
Total	0	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	468	7,020
Costos de provisión (10%)	0	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	705
Total	0	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	7,725

### c.3 Costo unitario de los Insumos

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores. Para regar a la hileras se utilizará el agua del pozo, por lo tanto no se incluye el agua en el costo de operación y mantenimiento.

Cuadro 2-47: Costo unitario de los insumos

Ítem	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	COP/litro	2,300
Energía (sólo cargo fijo)	COP/kWh	360

### c.4 Costo de reparación, equipos y partes de repuesto

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.
- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 6% a partir del 6<sup>to</sup> año.

- El costo de calibración de la báscula de camión se establece COP 1,900,000 al año.

### c.5 Desglose de Operación y Mantenimiento

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

**Cuadro 2-48: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Compostaje**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Repuestos de equipos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Sistema eléctrico	0	10	10	12	10	12	16	28	26	28	26	28	26	28	26	28	314
Partes de maquinaria pesada	0	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	405
Combustible de maquinaria pesada	0	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	52	780
Total de O&M	0	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	229	3,435
Costos de administración (20%)	0	318	318	320	318	320	324	336	334	336	334	336	334	336	334	336	4,934
Total	0	64	64	64	64	64	65	67	67	67	67	67	67	67	67	67	988
Costos de provisión (10%)	0	382	382	384	382	384	389	403	401	403	401	403	401	403	401	403	5,922
Total	0	38	38	38	38	38	39	40	40	40	40	40	40	40	40	40	589
Repuestos de equipos	0	420	420	422	420	422	428	443	441	443	441	443	441	443	441	443	6,511

### c.6 Definición de la vida útil

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-49: Vida útil**

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Volquetas	7 años
Cargador sobre ruedas 1.2 m3	12 años

## 2.3.5 Construcción de la Planta de Compostaje

### a. Costos de la Inversión Inicial

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una planta de compostaje:

Cuadro 2-50: Costos de la inversión inicial para una planta de compostaje

Unidad: 1000 pesos colombianos

Aspecto	Unidad	Precio unitario	Cantidad	Precio
<b>Administración</b>				
Área administrativa	m <sup>2</sup>	475	75	35,625
Área de administración de báscula	m <sup>2</sup>	380	25	9,500
Área de clasificación (incluyendo el sistema de desagüe)	unidad	359,518	1	359,518
Total de administración				404,643
<b>Equipos</b>				
Báscula de pesaje (incluyendo el costo de calibración)	unidad	201,900	1	201,900
Equipos de control de báscula	unidad	19,000	1	19,000
<b>Sección de Recepción</b>				
Banda transportadora de alimentación	unidad	7,600	1	7,600
Trituradora	unidad	57,000	1	57,000
Criba	unidad	7,600	1	7,600
<b>Sección de Clasificación</b>				
Trommel	unidad	228,000	1	228,000
<b>Sección de Producto Terminado</b>				
Empacadora	unidad	12,350	1	12,350
Tarjeta de electricidad	unidad	9,500	1	9,500
Total de equipos				542,950
<b>Maquinarias pesadas</b>				
Volquetas	unidad	120,000	1	120,000
Volteador	unidad	200,000	1	200,000
Cargadoras sobre ruedas	unidad	200,000	2	400,000
Total de maquinarias pesadas				720,000
<b>Costo directo de obras</b>				
Costo de administración de obras	10%			166,759
Costo neto de construcción				1,834,352
Costo administrativo/costo indirecto	15%			275,153
Total del costo directo de construcción				2,109,505
Costo de ajuste	10%			210,951
Costo de construcción				2,320,456
Impuestos	16%			371,273
Costo total de las obras				2,691,729
<b>Planeación/supervisión</b>				
Planeación/supervisión	5%			116,023
Impuestos	16%			18,564
Costo total de planeación y supervisión				134,587
Costo total del Proyecto				2,826,316

**b. Costos del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 653 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (653 millones/30 años = 22 millones de pesos colombianos).

Cuadro 2-51: Costos del proyecto de la planta de compostaje

Unidad: 1 millón COP

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/supervisión	81	54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135
Obras civiles	0	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	330
Obras eléctricas y de instalación	0	877	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	877
Maquinarias pesadas	0	1,162	0	0	0	0	0	0	484	0	0	0	0	678	0	484	2,808
Operación y mantenimiento y costo personal	0	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	515	7,725
Operación y mantenimiento y otros	0	420	420	422	420	422	428	443	441	443	441	443	441	443	441	443	6,511
Total	81	3,050	957	959	957	959	965	980	1,462	980	978	980	978	1,658	978	1,464	18,386

### c. Estimación del Costo de Construcción de una Planta de Compostaje

A través de la adición de los costos de la instalación de compostaje con la capacidad de 100 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 18,386 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 39,300 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 60 a 140 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-52: Resultado de cálculo de la capacidad de la planta de compostaje, el monto total de inversión y el precio unitario de tratamiento

Capacidad instalada	toneladas/día	60	80	100	120	140
Monto total de inversión	1 millón COP	13,532	16,088	18,386	20,519	22,504
Días de operación	días/año	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	toneladas	280,800	374,400	468,000	561,600	655,200
Precio unitario	1000 COP/toneladas	48.2	43.0	39.3	36.5	34.3

## 2.4 Planta de Incineración (300 toneladas/día)

### 2.4.1 Posibilidad de introducir una planta de incineración

Para definir la introducción de una planta de incineración, además del análisis técnico y económico, se requiere el análisis sobre la composición de residuos objeto de la incineración y su bajo poder calorífico.

Dicen que teóricamente se requiere un bajo poder calorífico igual o mayor que 900kcal/kg para incinerarse residuos con su propio poder calorífico. Sin embargo para mantener una incineración estable, se requiere el bajo poder calorífico igual o mayor que 1,200kcal/kg, y en caso de que no alcance a ese valor, normalmente se utiliza algún combustible auxiliar (petróleo, gas, carbón, etc.). Porque si no, será difícil mantener la temperatura de incineración igual o mayor que 800 grados Celsius, que se exige para evitar la emisión de dioxina.

En Bogotá no se pudo conseguir los datos de la medición del bajo poder calorífico, se estimó el bajo poder calorífico de los residuos con base en la composición física de los residuos de Bogotá, utilizando el método de cálculo del bajo poder calorífico basado en la composición física que se planteó en Japón<sup>1</sup>. En el siguiente cuadro se muestra el resultado. En el mismo cuadro también se indica el resultado de estimación de acuerdo con la composición física del futuro.

Cuadro 2-53: Resultado de estimación del bajo poder calorífico de residuos ingresados en la planta de incineración

Año	2012	2015	2018	2027
Contenido de agua (estimado) (%)	53.3	54.0	54.7	57.2
Alto Poder Calorífico kcal/kg	1,702	1,666	1,625	1,461
Bajo Poder Calorífico kcal/kg	1,223	1,185	1,143	973

[Resultado de estimación]

Los bajos poderes caloríficos estimados de los datos existentes de 2012 mostraban valores suficientes para ser incinerado con su propio poder calorífico. Sin embargo, con el avance del reciclaje de papeles y plásticos que tienen alto poder calorífico baja el bajo poder calorífico de los residuos ingresados en la instalación de incineración y a partir de 2015, ya no se podrán ser incinerados sólo con su poder calorífico, requiriendo combustible auxiliar (petróleo, carbón, gas, etc.)

<sup>1</sup> En el Anexo 2 se muestra el resultado del análisis detallado sobre la “Estimación del bajo poder calorífico con base en la composición física”.

[Posibilidad de introducción]

El resultado del análisis de la posibilidad de introducción de una planta de incineración con base en el bajo poder calorífico de los residuos objeto de incineración muestra que para obtener una incineración estable se requiere algún combustible auxiliar. Por lo tanto se eleva el grado de dificultad del control de operación de la planta de incineración y desde el punto de vista económico no hay ventaja para introducirla.

A continuación, se presenta el plan de construcción de una planta de incineración, como referencia.

### 2.4.2 Resumen de la Planta de Incineración

#### a. Residuos sólidos objeto de incineración

Los residuos sólidos objeto de incineración son residuos sólidos urbanos provenientes de hogares, comercios y grandes generadores. También se puede definir que los residuos ingresados en la planta de incineración son los residuos de los cuales ya se han recuperado, en la fuente, materiales reciclables tales como metales, papeles y plásticos. A medida que se estructure el sistema de recuperación de materiales reciclables, irá reduciendo la proporción que ocupa materiales reciclables contenidos en residuos ingresados en la planta de incineración, en cambio relativamente irá aumentando la proporción de residuos de cocina.

#### b. Escala de la Planta de Incineración

La escala de la planta de incineración será de 300 toneladas por día.

#### c. Flujo de la Planta de Incineración

A continuación se muestra el diagrama de flujo de la planta de incineración.

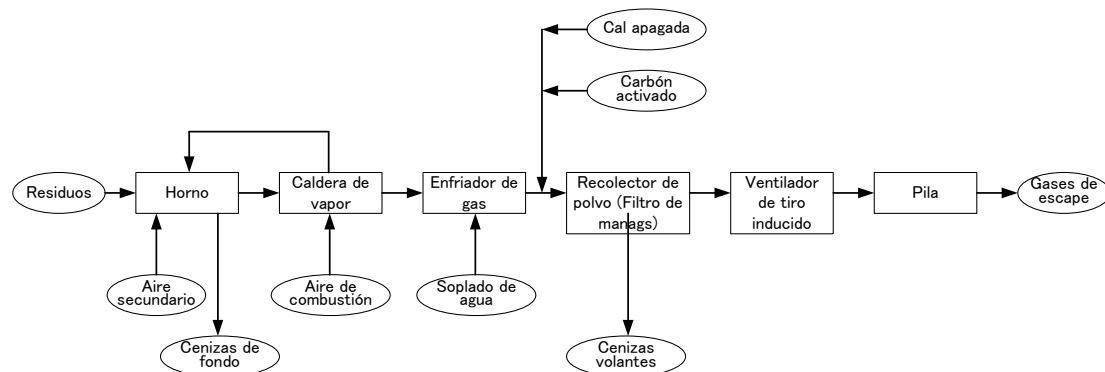


Figura 2-9: Diagrama de flujo de la planta de incineración

**d. Plano de distribución y Corte de la Estructura de la Planta de Incineración (ejemplo de referencia)**

En las siguientes figuras corresponden a un ejemplo del plano de distribución de la planta de incineración y a un ejemplo del corte de la estructura de la misma:

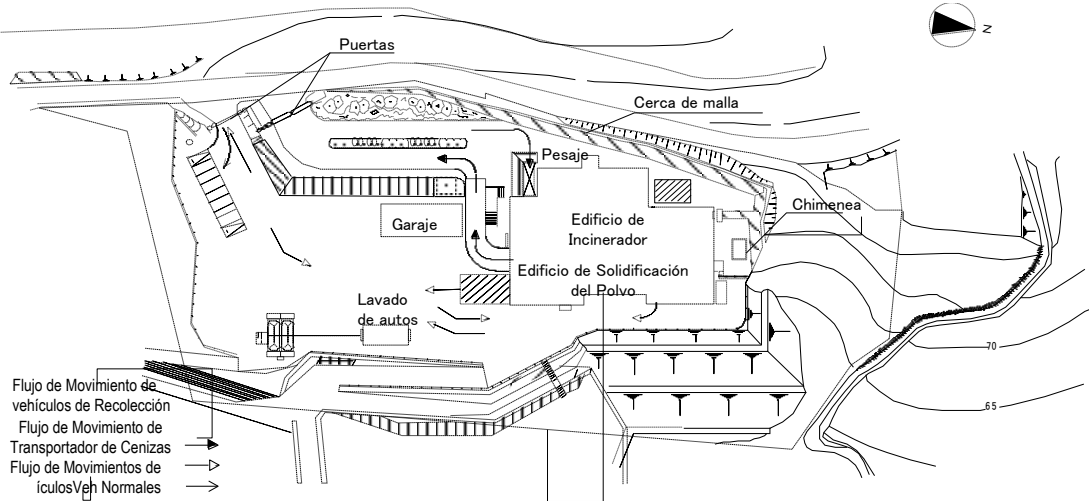


Figura 2-10: Plano de Distribución de la Planta de Incineración (Referencia: Sagara-cho, Japón)

- |                                       |                                   |                                 |
|---------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| ① Plataforma de descarga              | ⑧ Banda transportadora            | ⑮ Filtro de mangas              |
| ② Búnker de residuos                  | ⑨ Extractor de cenizas            | ⑯ Ventilador de tiro inducido   |
| ③ Sala de control de grúa de residuos | ⑩ Banda transportadora de cenizas | ⑰ Pila                          |
| ④ Grúa de residuos                    | ⑪ Grúa de cenizas                 | ⑱ Generador de Turbina de vapor |
| ⑤ Tolva de alimentación de residuos   | ⑫ Foso de cenizas                 | ⑲ Sala de facilidad eléctrica   |
| ⑥ Horno                               | ⑬ Camión de cenizas               | ⑳ Sala de bomba                 |
| ⑦ Caldera de vapor                    | ⑭ Enfriador de gas                |                                 |

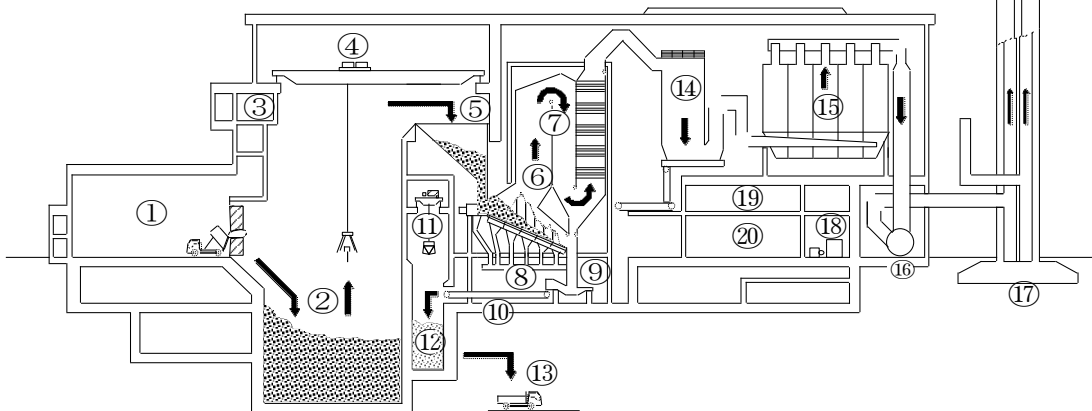


Figura 2-11: Corte de la Planta Incineración (Referencia: Planta de Kuzuoka, Municipio de Sendai, Japón)

### 2.4.3 Configuración de la Planta de Incineración

Una planta de incineración tiene función de incinerar, estabilizar, inertizar y minimizar residuos urbanos recolectados provenientes de hogares, comercios y grandes generadores, luego de recuperar materiales reciclables en la fuente.

En el siguiente cuadro se muestra la configuración de una planta de incineración:

Cuadro 2-54: Configuración de la Planta de Incineración

Aspecto	Contenido
<b>1. Materias Primas</b>	
Residuos objeto de incineración	Residuos sólidos recolectados y separados provenientes de hogares, comercios y grandes generadores, luego de recuperar materiales reciclables en la fuente
Cantidad de recepción	300 toneladas/día
Contenido de agua	50-60%
Densidad aparente	400 kg / m <sup>3</sup>
<b>2. Resumen de incineración</b>	
Línea de tratamiento	2 líneas
Capacidad de tratamiento	300 toneladas/día (=150 toneladas/día x 2 líneas)
Operación	312 días/año 24 horas/día (en el mantenimiento general de la instalación se para uno por uno cada incinerador)
<b>3. Equipos e instalaciones</b>	
Equipos de pesaje	Báscula de pesaje
Instalación de recepción y suministro	Plataforma, foso de cenizas, grúa de cenizas
Incinerador	Incinerador Stoker
Sistema de enfriamiento de gases de combustión	Caldera
Sistema de recolección de polvo de gases de escape	Filtro de mangas
Equipo de tratamiento de HCl, SOx y polvo de hollín	Tratamiento seco
Equipo de tratamiento de NOx	Control de combustión
Equipos de ventilación	Ventilador de tiro inducido, Ducto de escape, Chimenea, etc.
Equipos de generación de energía	Se genera para el autoconsumo
Equipos de tratamiento de cenizas recolectadas	Tratamiento químico + solidificación por cemento
Equipos de tratamiento de aguas residuales	Sedimentación + malla + coagulación-sedimentación
Equipo de eliminación de cenizas	Foso de cenizas + grúa de cenizas
<b>4. Valor de control de emisiones</b>	
Polvo de hollín	Se estudia en el sitio.
SOx	Se estudia en el sitio.
HCl	Igual o menor que 100 mg/litro
NOx	Igual o menor que 150 mg/litro



#### 2.4.4 Plan de Operación de la Planta de Incineración

A continuación se muestra un plan de operación desde la recepción de residuos objeto de incineración hasta el despacho de cenizas residuales.

##### a. Horario de Operación

Se establece el siguiente horario de operación de la planta de incineración:

- De lunes a sábado: 8:00 - 20:00 (Recepción de residuos)
- Domingos: 8:00 - 20:00 (Recepción de residuos)
- Línea: 2 líneas
- Turno: Turnos de 4 x 3

Cuadro 2-55: Horario de Operación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Recepción de Residuos	Lunes a domingo																		
Horario de Operación	Lunes a domingo																		

##### b. Plan de Maquinarias Pesadas

No hay plan de dotación de maquinarias pesadas en la planta de incineración.

##### c. Contenido del Trabajo por Sección en la Planta de Incineración

La planta de incineración está conformada por diferentes equipos interrelacionados tales como grúa, incinerador, caldera, ventilador, equipos de recolección de polvo y chimeneas.

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de trabajo por sección en la planta de incineración:

Cuadro 2-56: Contenido de Trabajo por Sección en la Planta de Incineración

Sección	Contenido de Trabajo
Recepción y Alimentación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esta sección administra el pesaje y almacenamiento en el foso de residuos. Los residuos grandes que no se pueden meter en el incinerador directamente, se Trituran en tamaño pequeño y se alimentan al incinerador.</li> <li>• En el foso de residuos, se mezclan residuos oportunamente con la grúa, para homogenizarlos y eliminar el contenido de agua.</li> <li>• Se colocan residuos homogeneizados en el foso de alimentación, usando la grúa.</li> </ul>
Incineración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arranque y operación del incinerador               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Preparación previa al arranque del incinerador</li> <li>(2) Arranque del incinerador (después de la parada prolongada y la parada corta)</li> </ol> </li> <li>• Operación normal del incinerador               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) Control de combustión</li> <li>(2) Control de la temperatura interna del incinerador</li> <li>(3) Control de combustión de residuos</li> </ol> </li> </ul>

Sección	Contenido de Trabajo
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parada del incinerador</li> <li>(1) Parada del incinerador (corto tiempo, largo tiempo)</li> <li>(2) Inspección y mantenimiento de equipos durante la parada</li> </ul>
Otras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de operación de la instalación de tratamiento químico de cenizas</li> <li>• Control de operación de la instalación de tratamiento de aguas residuales</li> <li>• Administración de la instalación eléctrica y equipo de instrumentación</li> </ul>

**d. Plan de Asignación de Trabajadores**

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en la planta de incineración:

Cuadro 2-57: Plan de Asignación de Trabajadores en la Planta de Incineración

Sección	Turno 1	Turno 2	Turno 3	Turno 4	Total
Administración					
Administrador	1 (08:00-17:30)				1
Contabilidad	1 (08:00-17:30)				1
Auxiliar de oficina	4 (07:30-20:30)				4
Total	6				6
Operación					
Instalación de incineración					
Supervisor	1	1	1	1	4
Operación de equipos					
Operador de equipos	6	6	6	6	24
Total	7	7	7	7	28
Total	13	7	7	7	34

**2.4.5 Costo de la Planta de Incineración**

**a. Condiciones para el Cálculo del Costo**

- No está definido el año inicio del proyecto
- No se tiene en cuenta el costo de adquisición del terreno para la instalación (área de instalación requerida: 15,000 m<sup>2</sup>)
- El costo de construcción y de operación se calculó con base en la experiencia en Japón.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados en la planta según la estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP1,900, US\$1 = ¥100
- El costo se calculó en COP.

**b. Aspectos Objeto de Cálculo**

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

### c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

#### c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 10% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la planta se define el año anterior de la construcción de la planta.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

#### c.2 Sueldos de Empleados

En el siguiente cuadro se muestra el precio unitario del sueldo para empleados de la planta de incineración:

Cuadro 2-58: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1000 COP/año)
Administración	Administrador	1	42,360
	Contabilidad	1	21,180
	Auxiliar de oficina	4	21,180
Operación	Supervisor	4	28,240
	Operador de equipos	24	14,120
Total		34	-

Cuadro 2-59: Costo Personal en la Instalación de Incineración

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Total del costo personal	0	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	9,000
Costos de administración (20%)	0	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	1,800
Total	0	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	10,800
Costos de provisión (10%)	0	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	1,080
Total	0	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	11,880

**c.3 Costo unitario de los Servicios Públicos**

En el siguiente cuadro se muestra el costo de combustibles y el servicio público de energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

**Cuadro 2-60: Costo Unitario de Materiales**

	Unidad	Precio
Acueducto	COP/m3	5,700
Agente quelante para tratamiento de cenizas recolectadas	COP/tonelada	8,550,000
Cemento	COP/ tonelada	228,000
Cal apagada	COP/ tonelada	380,000

**c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto**

- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 5% a partir del 6<sup>to</sup> año.
- El costo de calibración de la báscula de camión se considera incluido en el costo anual de reparación.

**c.5 Definición de la Vida Útil**

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-61: Vida Útil**

Activos	Vida Útil
Planta de Incineración	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)

**c.6 Costo de los Insumos**

(1) Consumo de la Energía Eléctrica

Se suministra la energía eléctrica generada en la planta de generación anexa, por lo tanto no se requiere comprar la energía eléctrica desde la fuente externa.

(2) Consumo de Agua

Se consume el agua para los siguientes usos:

- Consumo de agua por residuos objeto de la incineración (residuos ingresados): 0.6 m<sup>3</sup>/tonelada de residuos ingresados
- Consumo de agua para el tratamiento de cenizas recolectadas (tratamiento químico + solidificación por cemento): 0.3 m<sup>3</sup>/toneladas de cenizas

## (3) Consumo de químico

Se consumen los siguientes químicos:

- Cantidad de soplado de cal apagada: 7.16 kg/tonelada de residuos ingresados<sup>1</sup>
- Consumo de cemento (para la solidificación): 0.25 tonelada/tonelada de cenizas recolectadas
- Consumo de agente quelante (para la solidificación): 0.03 tonelada/tonelada de cenizas recolectadas

## (4) Costo Anual de los Insumos

En el siguiente cuadro se muestra el resultado de los cálculos sobre el costo:

Cuadro 2-62: Costo de los Insumos en la Planta de Incineración

Insumo	Consumo anual	Costo del consumo (1000 COP/año)
Acueducto	60,372 m3	344,120
Cal apagada	655 Toneladas	248,900
Cemento	343 Toneladas	78,204
Agente quelante	31 Toneladas	265,050
Total	-	936,274

## c.7 Desglose de Operación y Mantenimiento

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

Cuadro 2-63: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Incineración

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Costo anual de reparación	0	1,368	1,368	1,368	1,368	1,368	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	3,420	41,040
Costo de químicos	0	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	936	14,040
Total de O&M	0	2,304	2,304	2,304	2,304	2,304	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	4,356	55,080
Costos de administración (20%)	0	461	461	461	461	461	871	871	871	871	871	871	871	871	871	871	11,015
Total	0	2,765	2,765	2,765	2,765	2,765	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	5,227	66,095
Costos de provisión (10%)	0	277	277	277	277	277	523	523	523	523	523	523	523	523	523	523	6,615
Total	0	3,042	3,042	3,042	3,042	3,042	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	72,710

<sup>1</sup> “Resultado del Estudio Nacional sobre la Situación Real de Administración y Mantenimiento de las Plantas de Incineración de Residuos”, Asociación de Administración de Tecnologías Utilizadas en las Instalaciones de Incineración de Residuos, 2002.

### 2.4.6 Construcción de la Planta de Incineración

#### a. Área Total Construida y Área de Terreno

Se puede estimar que el área total construida de una planta de incineración con la capacidad de incineración de 300 toneladas al día es alrededor de 7.500m<sup>2</sup>, según la experiencia de Japón. En cuanto al área de terreno, también se estima que es alrededor de 15.000m<sup>2</sup>.

En las siguientes figuras se muestran la relación entre la escala de la instalación y el área total construida y la relación entre el área total construida y el área de terreno respectivamente.<sup>1</sup>

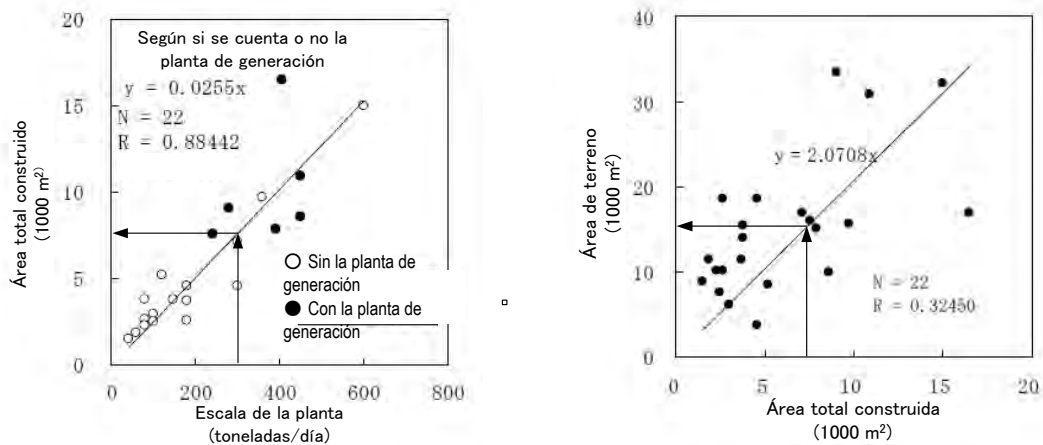


Figura 2-12: Escala de la instalación y el área total construida, Área total construida y Área de terreno

#### b. Costo de la Inversión Inicial

Se calculó el costo de la inversión inicial para establecer una planta de incineración por tonelada de residuos objeto de incineración, estableciendo que el costo de obras directas es de 380 millones de pesos colombianos. También se estableció que la proporción entre el costo de obras civiles y el costo de máquinas y equipos será de 40% y 60%.

<sup>1</sup> “Desarrollo de Sistema de Evaluación y Cálculo para Apoyar el Manejo Integral de Residuos Urbanos”, Escuela de Graduados de Ingeniería, Universidad de Hokkaido, mayo de 1998.

Cuadro 2-64: Costo de la Inversión Inicial para una Planta de Incineración

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Aspecto	Unidad	Precio unitario (US\$)	Cantidad	Precio
Obras Civiles y Construcción	L.S.	-	1	45,600
Maquinaria y Equipo	L.S.	-	1	68,400
Costo de obras directas				114,000
Costo de Administración del sitio	10%			11,400
Costo neto de construcción				125,400
Costo administrativo/costo indirecto	15%			18,810
Total de costo directo de construcción				144,210
Costo de ajuste	10%			14,421
Costo de construcción				158,631
Impuestos	16%			25,381
Costo total de las obras				184,012
Planeación/Supervisión	5%			7,932
Impuestos	16%			1,269
Costo total de planeación/administración				9,201
Costo total del proyecto				193,213

**c. Costo del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 73,604 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (73,604 millones/30 años = 2,453 millones de pesos colombianos).

Cuadro 2-65: Costos del Proyecto de la Planta de Incineración

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/supervisión	5,521	3,680	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9,201
Obras civiles	0	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	2,453	36,795
Obras eléctricas y de instalación	0	110,408	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110,408
Maquinaria pesada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Operación y mantenimiento y costo personal	0	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	792	11,880
Operación y mantenimiento y otros	0	3,042	3,042	3,042	3,042	3,042	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	5,750	72,710
Total	5,521	120,375	6,287	6,287	6,287	6,287	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	8,995	240,994

**d. Estimación del Costo de Construcción de una Planta de Incineración**

A través de la adición de los costos de la instalación de incineración con la capacidad de 300 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 240,994 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 171,600 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 200 a 400 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-66: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Planta de Incineración, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento**

Capacidad instalada	toneladas/día	200	250	300	350	400
Monto total de inversión	1 millón COP	188,939	215,931	240,994	264,370	286,301
Días de operación	días/año	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	toneladas	936,000	1,170,000	1,404,000	1,638,000	1,872,000
Precio unitario	1000 COP/toneladas	201.9	184.6	171.6	161.4	152.9



## 2.5 Instalación de RPF (Combustible Derivado de Residuos de Papel y Plástico, siglas en inglés) (40 toneladas/día)

### 2.5.1 Resumen de la Instalación de RPF

#### a. Residuos Sólidos Objeto del Tratamiento

Los residuos sólidos objeto de tratamiento de la instalación de RPF son los rechazos generados en la instalación de MRF (Facilidad de Recuperación de Materiales, siglas en inglés). En cuanto a la composición, esos rechazos están compuestos principalmente de papeles y plásticos y casi no se ven mezclados materias no aptas para RPF, tales como metales o vidrios (cullet).

#### b. Escala de la Instalación de RPF

La escala de la instalación de RPF es de 40 toneladas/día.

#### c. Flujo de la Instalación de RPF

A continuación se muestra el flujo de la instalación de RPF:

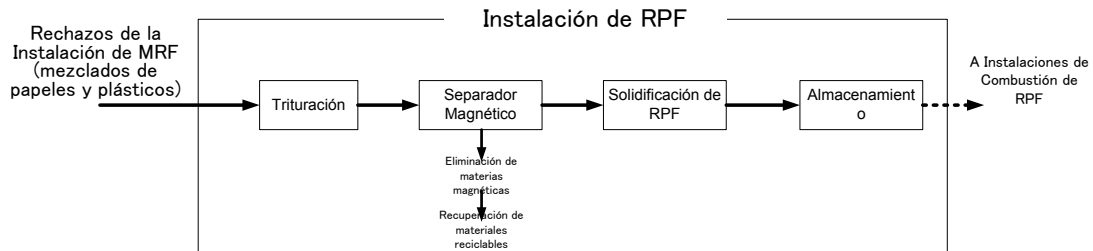


Figura 2-13: Flujo de la Instalación de RPF

#### d. Balance de Materiales de la Instalación de RPF

En la siguiente figura se muestra el flujo de materiales en la instalación de RPF:

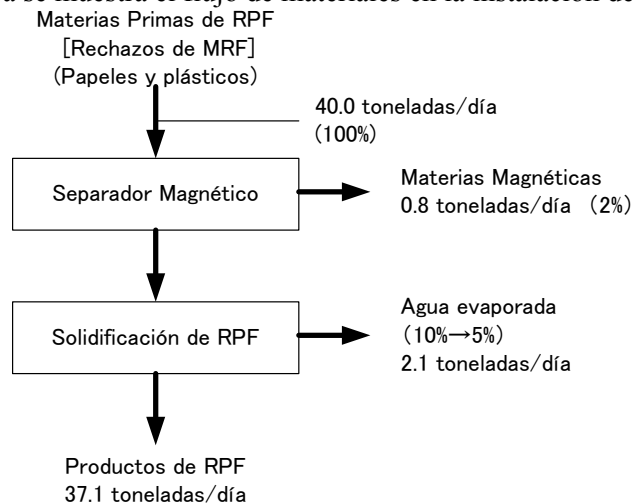


Figura 2-14: Balance de Materiales de la Instalación de RPF

e. **Plano de Distribución de la Instalación de RPF**

En la siguiente figura se muestra la distribución de la instalación de RPF:

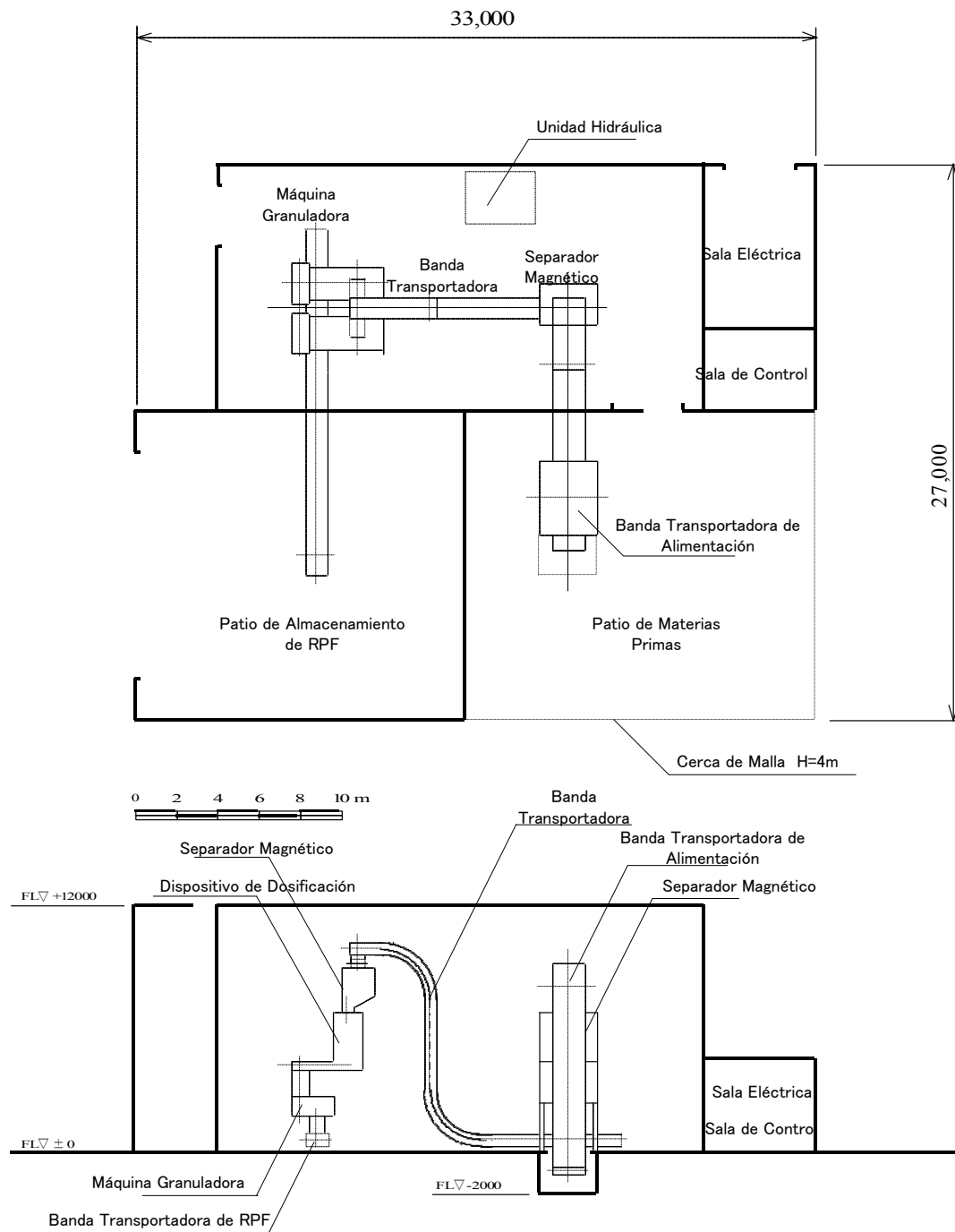


Figura 2-15: Plano de Distribución de la Instalación de RPF

[Área Necesaria para la Instalación]

No está definido si se construye sólo la instalación de RPF o se construye adjunta a otras instalaciones, en el plano de distribución no se muestra el plan de estructura exterior. En caso de que se construye sola, se debe asegurar una franja de 15m de ancho alrededor del lote, donde

se construirá la franja de amortiguación (zona verde), edificios para equipos de medición y control de medición, el espacio de almacenamiento temporal de residuos ingresados y parqueadero.

Cálculo del área necesaria:  $(33+15 \times 2) \times (27+15 \times 2) = 3,591 \text{ m}^2 \rightarrow 3,600 \text{ m}^2$

### 2.5.2 Configuración de la Instalación de RPF

La instalación de RPF tiene función de solidificar rechazos generados en la instalación de MRF y suministrar productos a instalaciones de combustión de RPF (instalaciones externas para la recuperación del calor).

En el siguiente cuadro se muestra la configuración de la instalación de RPF:

Cuadro 2-67: Configuración de la Instalación de RPF

Aspecto	Contenido
<b>1. Materias Primas</b>	
Residuos objeto	Rechazos generados en la MRF
Cantidad de recepción	40 toneladas/día
Contenido de agua	10%
Densidad aparente	100 kg / m <sup>3</sup>
<b>2. Resumen de la Instalación</b>	
Método de RPF	Tipo tornillo sin fin
Línea de tratamiento	2 líneas (Sección de Granulación)
Capacidad de tratamiento	40 toneladas/día (=20 toneladas/día x 2 líneas) (5 toneladas/hora)
Operación	312 días/año 8 horas/día
<b>3. Productos Recuperados</b>	
Productos de RPF	37.1 toneladas/día Contenido de agua: 5%
Cantidad de materias no aptas	0.8 toneladas/día (materias magnéticas)
<b>4. Equipos que Conforman</b>	
Banda transportadora de alimentación	Banda transportadora tipo caja, con tolva
Trituradora	Giratoria
Banda transportadora	Banda transportadora tipo caja
Dispositivo de dosificación	Tipo tornillo sin fin, con tolva
Dispositivo de granulación de RPF	Compresión de tornillo
Banda transportadora de RPF	Banda transportadora tipo caja

### 2.5.3 Plan de Operación de la Instalación de RPF

A continuación, se muestra el plan de operación desde la recepción de materias primas (rechazos de la instalación de MRF) hasta el despacho de productos de RPF.

#### a. Horario de Operación

Se establece el siguiente horario de operación de la instalación de RPF:

- De lunes a sábado 8:00 - 18:00 (tiempo de funcionamiento real: 8 horas/día)
- Domingos Descanso
- Recepción de residuos 8:00-20:00
- Línea 2 líneas (solamente la sección de granulación)
- Turno 1 turno

Cuadro 2-68: Horario de Operación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Recepción de materias primas	Lunes a sábado																		
Horario de operación de la instalación de RPF	Lunes a sábado																		

**b. Plan de Dotación de Maquinaria Pesada**

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias pesadas para la instalación de RPF:

Cuadro 2-69: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de RPF

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Volquetas	6 toneladas	1	Unidad
2	Cargador sobre ruedas	1.0m3	1	Unidad
3	Montacargas	0.2m3	1	Unidad

**c. Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de RPF**

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de trabajo por sección en la instalación de RPF:

Cuadro 2-70: Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de RPF

Sección	Contenido de trabajo
Recepción	<p>Esta sección se encarga de la recepción de materias primas de RPF (rechazos generados en la instalación de MRF).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En el patio de materias primas se eliminan manualmente materias no aptas para RPF visibles.</li> <li>• Se ingresan materias primas en la banda transportadora de alimentación.</li> </ul>
RPF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga de la administración de la operación de principales equipos de la instalación de RPF. Además se encarga de la administración de equipos eléctricos tales como equipos de subestación, panel de control central, paneles de control in situ.</li> <li>• Realiza configuración del dispositivo de distribución de materias primas y dispositivo de dosificación.</li> <li>• Confirma el estado de RPF que se produce y procura realizar una operación adecuada.</li> <li>• Confirma el estado de operación de las bandas transportadoras.</li> </ul>
Productos de RPF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga del almacenamiento y el despacho de productos de RPF.</li> <li>• Se despachan productos en volquetas.</li> </ul>

**d. Plan de Asignación de Trabajadores**

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en la instalación de RPF:

Cuadro 2-71: Plan de Asignación de Trabajadores en la instalación de RPF

Sección		
Administración		
Gerente de la instalación		1
Contabilidad		1
Auxiliar de oficina (incluyendo la administración de equipos de medición)		2
Total		4
Operación		
Supervisor de la operación		1
Recepción		
Conductor de cargador sobre ruedas		1
Trabajadores		2
Equipos de producción de RPF		
Operarios de equipos		2
Trabajadores		3
Transporte de productos		
Conductor de volquetas (a la vez conductor de cargador sobre ruedas)		-
Trabajadores (realiza también el trabajo de producción de RPF)		-
Total		9
Total		13

**2.5.4 Costo de la Instalación de RPF**

**a. Condiciones para el Cálculo del Costo**

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se calcula el costo de adquisición del terreno para la instalación (área necesaria para la instalación: 3,600 m<sup>2</sup>)
- No se tiene en cuenta el costo de las obras de estructura externa, incluyendo vías de acceso y vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en COP.

**b. Aspectos Objeto del Cálculo**

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

**c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento**

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se suma el 10% del monto total como el costo de ajuste.

**c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)**

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 5% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la facilidad se define el año anterior de la construcción de la facilidad.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

**c.2 Sueldos de Empleados**

En el siguiente cuadro se muestran sueldos para empleados de la RPF:

Cuadro 2-72: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1,000 COP/año)
Administración	Administrador	1	42,360
	Contabilidad	1	21,180
	Auxiliar de oficina	2	21,180
Operación	Supervisor	1	28,240
	Operario de máquinas	2	14,120
	Trabajador	5	9,884
	Conductor	1	19,440
Total		13	-

Cuadro 2-73: Costo Personal en la Instalación de RPF

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
Total del costo personal	0	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	3,495
Costos de administración (20%)	0	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	705
Total	0	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	280	4,200
Costos de provisión (10%)	0	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	420
Total	0	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	4,620

### c.3 Costo Unitario de los Insumos

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos tales como combustibles y la energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

Cuadro 2-74: Costo Unitario de los Insumos

Insumo	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	COP/Litro	2,300
Energía (sólo cargo fijo)	COP/kWh	360

### c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.
- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 5% a partir del 6<sup>to</sup> año.
- El costo de calibración de la báscula de camión se establece COP\$1,900,000 cada dos años

### c.5 Detalle de Operación y Mantenimiento

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

Cuadro 2-75: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de RDF

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Repuestos de equipos	0	4	4	6	4	6	11	13	11	13	11	13	11	13	11	13	144
Sistema eléctrico	0	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	636	9,540
Partes de maquinaria pesada	0	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	47	705
Combustible de maquinaria pesada	0	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	2,700
Total de O&M	0	867	867	869	867	869	874	876	874	876	874	876	874	876	874	876	13,089
Costos de administración (20%)	0	173	173	174	173	174	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175	2,617
Total	0	1,040	1,040	1,043	1,040	1,043	1,049	1,051	1,049	1,051	1,049	1,051	1,049	1,051	1,049	1,051	15,706
Costos de provisión (10%)	0	104	104	104	104	104	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	1,570
Total	0	1,144	1,144	1,147	1,144	1,147	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	17,276

**c.6 Definición de la Vida Útil**

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-76: Definición de la Vida Útil**

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Volquetas	7 años
Cargadores sobre ruedas 1.2 m3	12 años
Montacargas 0.2 m3	12 años



## 2.5.5 Construcción de la Instalación de RPF

### a. Costo de la Inversión Inicial

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una instalación de RPF:

**Cuadro 2-77: Costos de la Inversión Inicial para una instalación de RPF**

Unidad: COP (pesos colombianos)

Aspecto	Unidad	Precio unitario (COP\$)	Cantidad	Precio
<b>Administración</b>				
Área de administración de equipos de medición	m <sup>2</sup>	475,000	25	11,875,000
Instalación separada de RPF	Unidad	357,390,000	1	357,390,000
<b>Total de administración</b>				<b>369,265,000</b>
<b>Equipos</b>				
Equipos de medición (incluyendo el costo de calibración)	unidad	201,900,000	1	201,900,000
Aparatos de control de equipos de medición	unidad	19,000,000	1	19,000,000
Recepción de residuos				
Banda transportadora de alimentación con tolva	unidad	146,300,000	1	146,300,000
Equipos de RPF				
Trituradora	unidad	988,000,000	1	988,000,000
Banda transportadora	unidad	125,400,000	1	125,400,000
Separador magnético	unidad	38,000,000	1	38,000,000
Dispositivo de dosificación	unidad	57,000,000	1	57,000,000
Dispositivo de granulación	unidad	1,248,300,000	2	2,496,600,000
Banda transportadora de RDF	unidad	125,400,000	1	125,400,000
Otros				
Sistema de drenaje	unidad	3,800,000	2	7,600,000
Paneles de control	unidad	119,700,000	1	119,700,000
<b>Total de equipos</b>				<b>4,324,900,000</b>
<b>Maquinaria pesada</b>				
Volquetas	unidad	120,000,000	1	120,000,000
Cargadores sobre ruedas	unidad	200,000,000	1	200,000,000
Montacargas	unidad	150,000,000	1	150,000,000
<b>Total de maquinaria pesada</b>				<b>470,000,000</b>
<b>Costo directo de obras</b>				<b>5,164,165,000</b>
Costo de administración de obras	10%			516,416,500
Costo neto de construcción				5,680,581,500
Costo administrativo/costo indirecto	15%			852,087,200
<b>Total del costo directo de construcción</b>				<b>6,532,668,700</b>
Costo de ajuste	10%			653,266,900
Costo de construcción				7,185,935,600
Impuestos	16%			1,149,749,700
<b>Costo total de las obras</b>				<b>8,335,685,300</b>
Planeación/supervisión	5%			359,296,800
Impuestos	16%			57,487,500
<b>Costo total de planeación y supervisión</b>				<b>416,784,300</b>
<b>Costo total del Proyecto</b>				<b>8,752,469,600</b>

**b. Costos del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 596 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra un valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (596 millones/30 años = 20 millón de pesos colombianos).

**Cuadro 2-78: Costos del Proyecto de RPF**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/su pervisión	228	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	379
Obras civiles	0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	300
Obras eléctricas y de instalación	0	6,981	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,981
Maquinarias pesadas	0	470	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	350	0	120	1,060
Operación y mantenimiento /Costo personal	0	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	308	4,620
Operación y mantenimiento y otros	0	1,144	1,144	1,147	1,144	1,147	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	1,154	1,156	17,276
<b>Total</b>	<b>228</b>	<b>9,074</b>	<b>1,472</b>	<b>1,475</b>	<b>1,472</b>	<b>1,475</b>	<b>1,482</b>	<b>1,484</b>	<b>1,602</b>	<b>1,484</b>	<b>1,482</b>	<b>1,484</b>	<b>1,482</b>	<b>1,834</b>	<b>1,482</b>	<b>1,604</b>	<b>30,616</b>

**c. Estimación del Costo de Construcción de una Instalación de RPF**

A través de la adición de los costos de la instalación de RPF con la capacidad de 40 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 30,616 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 163,500 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 20 a 60 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-79: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de RPF, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento

Capacidad instalada	toneladas/día	20	30	40	50	60
Monto total de inversión	1 millón de pesos colombianos	20,207	25,748	30,616	34,994	39,035
Días de operación	día/año	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	año	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	tonelada	93,600	140,400	187,200	234,000	280,800
Precio unitario	1000 pesos colombianos/ tonelada	215.9	183.4	163.5	149.5	139.0

## 2.6 Instalación de Almacenamiento Temporal e Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

### 2.6.1 Sistema de Disposición de Residuos de Construcción en Bogotá D.C.

Se estructura el siguiente sistema de disposición de residuos de construcción que se generan en los sitios de construcción y demolición de pequeña escala en Bogotá D.C.

(1) En los sitios de construcción y de demolición de pequeña escala se clasifican en 8 tipos de residuos mostrados en el siguiente cuadro:<sup>1</sup>

Cuadro 2-80: Clasificación de Residuos de Construcción en Sitios de Construcción y Demolición

No.	Categorías Grandes de Separación	Categorías Pequeñas		Cantidad Generada de Residuos de Construcción		Cantidad Ingresada Diaria (por instalación)		Cantidad de Almacenamiento Necesario (m <sup>3</sup> )
				Cantidad Total (toneladas/día)	Volumen Total (m <sup>3</sup> /día)	Cantidad (toneladas/día)	Volumen (m <sup>3</sup> /día)	
1	<b>Residuos objeto de reciclaje</b> (A través del reciclaje generar productos.)	Concrete		287.1	261.0	23.9	21.8	-
2		Ladrillo (fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)		194.8	177.1	16.2	14.8	-
3		Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)		23.0	38.3	1.9	3.2	-
4	<b>Residuos objeto de almacenamiento temporal</b>  (Cuando alcanza a un cierto volumen de almacenamiento, se entregan a compradores gratuitamente o se venden.)	Tierra Plásticos	Polvo	199.0	153.1	17.9	13.7	96
			Arena	13.7	12.5			
			Agregados (grava y gravilla)	0.8	0.7			
5	Tierra	Plásticos termoformables (PET, PVC, PP, PS, HDPE, LDPE, etc.)	9.8	19.6	0.8	1.6	11	
6	En la instalación de almacenamiento temporal no se realiza la separación.)	Plásticos	Cobre (cables, ciertos tipos de bisagras, etc.)	1.5	1.1	0.2	0.2	1
			Acero (tornillos, placas, fragmentos de barra, etc.)	1.2	0.2			
			Hierro	0.1	0.1			
			Aluminio	0.0	0.0			
			Bronce (ciertos tipos de bisagras, manijas, etc.)	0.0	0.0			
Total de Residuos Ingresados en la Instalación de Almacenamiento temporal				731.0	663.7	60.9	55.3	108
7	Residuos que no son objeto de reciclaje (Se transportan del sitio de demolición al sitio de disposición final.)	Cerámica (pisos, paredes, fragmentos de equipamiento de baño, etc.)		96.4	96.4	-	-	-
		Gres (tubos, Baldosas, etc.)		45.2	45.2	-	-	-
		Granito (mesones, pisos, paredes, etc.)		26.0	26.0	-	-	-
		Vidrios		21.3	35.5	-	-	-
		Asfalto		12.6	18.0	-	-	-
		Láminas de yeso (Drywall)		11.2	11.2	-	-	-
		Textiles (lona, tapetes, alfombras, etc.)		9.7	32.3	-	-	-
		Mármol (mesones, pisos, paredes, etc.)		7.0	8.8	-	-	-
		Caucho		6.1	10.2	-	-	-
		Espuma de poliestireno		4.3	4.8	-	-	-
Tableros de partículas (Madercor, MDF, laminados, etc.)		3.0	10.0	-	-	-		
Guadua (residuos de café)		2.2	1.8	-	-	-		

<sup>1</sup> Se basa en el estudio de la caracterización de residuos colectados por UAESP.

## 2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

No.	Categorías Grandes de Separación	Categorías Pequeñas	Cantidad Generada de Residuos de Construcción		Cantidad Ingresada Diaria (por instalación)		Cantidad de Almacenamiento Necesario (m³)
			Cantidad Total (toneladas/día)	Volumen Total (m³/día)	Cantidad (toneladas/día)	Volumen (m³/día)	
		Plásticos termoformables (PF, PU, NBR, SBR, etc.)	2.1	10.5	-	-	
		Papeles (fragmentos de bolsas de cemento, yeso, etc.)	0.8	1.0	-	-	
		Cartón	0.2	2.0	-	-	
		Residuos orgánicos (alimentos, corte de césped, poda de árboles, etc.)	0.1	0.1	-	-	
		Iluminación (residuos peligrosos)	0.0	0.0	-	-	
		Otros residuos	31.7	26.4	-	-	
Total de Residuos no Objeto de Reciclaje			279.9	340.2	-	-	
8	Residuos no aptos (Se separan residuos de asbesto de alta peligrosidad, se transportan al sitio de disposición final y se entierran en un sector determinado.)	Asbestos-Cemento (tejas, canales, bajantes, etc.)	44.1	44.1	-	-	
Total de Residuos no Objeto de Reciclaje + Residuos no Aptos para el Reciclaje			324.0	384.3	-	-	
Total de Residuos de Construcción			1,055.0	1,048.0	-	-	

### (2) Instalación de Almacenamiento Temporal

Se construyen 12 instalaciones de almacenamiento temporal en la ciudad para almacenar residuos objeto de reciclaje en la instalación de reciclaje de residuos de construcción y residuos objeto de almacenamiento temporal, donde se almacenan materiales recuperados como residuos objeto de almacenamiento temporal, al llegar a alguna cantidad determinada, se venden o se entregan gratuitamente.

Los residuos de construcción objeto de reciclaje se meten en un contenedor instalado y al llegar a una cantidad determinada se transportan a la instalación de reciclaje de residuos de construcción.

### (3) Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

En la ciudad se construirán 3 instalaciones de reciclaje de residuos de construcción.

## 2.6.2 Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción

### 2.6.2.1 Residuos Objeto

Los principales residuos objeto de reciclaje son los materiales generados y separados en sitios de demolición de edificios de pequeña escala, los cuales están se separan en dos categorías; materiales objeto del reciclaje (residuos de concreto, ladrillo y madera) y materiales objeto de almacenamiento temporal (tierra, plásticos y metales).

Cuadro 2-81: Cantidad de Reciclaje Diario en Instalaciones de Almacenamiento Temporal<sup>1</sup>

No	Categoría	Materiales	Cantidad de reciclaje diario	
			Cantidad total (toneladas/día)	Cantidad por instalación (toneladas/día)
1	Residuos objeto de reciclaje	Concrete	287.1	23.9
2		Ladrillo (Fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)	194.8	16.2
3		Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)	23.0	1.9
4	Residuos objeto de almacenamiento temporal	Tierra	213.5	17.9
5		Plásticos	9.8	0.8
6		Metales	2.8	0.2
Total			731.0	60.9

### 2.6.2.2 Escala de la Instalación de Almacenamiento Temporal

Cada instalación debe tener escala que permita almacenar diferentes materiales durante 7 días.

La cantidad de materiales que se recibe por instalación por día es de 426.3 toneladas ((=60.9ton/día x7 días). Si se convierte esta cantidad de materiales objeto de almacenamiento temporal en el volumen, será de 108m<sup>3</sup>. Para almacenar este volumen se requiere un área de 10m x 11m siendo la altura de 1m.

Cuadro 2-82: Escala de Instalación de Almacenamiento Temporal

No	Categoría	Materiales	Cantidad que se maneja por instalación		Cantidad necesaria que almacenar (escala de diseño) (m <sup>3</sup> /día)
			Cantidad (tonelada/día)	Volumen (m <sup>3</sup> /día)	
1	Residuos objeto de reciclaje	Concrete	23.9	21.8	Estos materiales se llevan a una instalación de reciclaje, en cuanto se llene el contenedor.
2		Ladrillo (Fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)	16.2	14.8	
3		Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)	1.9	3.2	
4	Residuos objeto de almacenamiento temporal	Tierra	17.9	13.7	96
5		Plásticos	0.8	1.6	11
6		Metales	0.2	0.2	1
Total			60.9	55.3	108

<sup>1</sup> Se basa en el estudio de la caracterización de residuos colectados por UAESP.

### 2.6.2.3 Plan de Operación de la Instalación de Almacenamiento Temporal

#### a. Horario de Operación

Se establece el siguiente horario de operación de la instalación de almacenamiento temporal residuos de construcción:

- De lunes a sábado 8:00 - 18:00
- Domingos Descanso

#### b. Plan de Dotación de Maquinaria Pesada

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias pesadas para la instalación de almacenamiento temporal de residuos de construcción:

Cuadro 2-83: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Cargador sobre ruedas	1.2 m3	3	unidad

#### c. Plan de Asignación de Trabajadores

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en la instalación de almacenamiento temporal de residuos de construcción:

Cuadro 2-84: Plan de Asignación de Trabajadores en la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción

Sección	Número de personas
Instalación de Almacenamiento Temporal	
Supervisor	1
Trabajadores	2
Conductor de cargador sobre ruedas	1
Total	4

### 2.6.2.4 Costo de la Instalación de Almacenamiento Temporal

#### a. Condiciones para el Cálculo del Costo

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se calcula el costo de adquisición del terreno para la instalación (área necesaria para la instalación: 600 m<sup>2</sup>)
- No se tiene en cuenta el costo de las obras de estructura externa, incluyendo vías de acceso y vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP\$1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en pesos colombianos (COP).

**b. Aspectos Objeto del Cálculo**

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

**c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento**

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

**c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)**

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 5% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la facilidad se define el año anterior de la construcción de la facilidad.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

**c.2 Sueldos de Empleados**

En los cuadros 1 y 2 se muestran el precio unitario del sueldo y el costo personal de la instalación de almacenamiento temporal respectivamente.

Cuadro 2-85: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1,000 pesos colombianos/año)
Operación	Supervisor	1	28,240
	Trabajador	2	9,884
	Conductor	1	19,440
Total		4	-



**Cuadro 2-86: Costo Personal en la Instalación de Almacenamiento Temporal**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Total del costo personal	0	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	990
Costos de administración (20%)	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	195
Total	0	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	1,185
Costos de provisión (10%)	0	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	120
Total	0	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	1,305

**c.3 Costo Unitario de los Insumos**

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos tales como combustibles y la energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

**Cuadro 2-87: Costo Unitario de los Insumos**

Insumo	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	COP/Litro	2,300

**c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto**

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.

**c.5 Desglose de Operación y Mantenimiento**

En el siguiente cuadro se muestra el desglose de operación y mantenimiento (O&M):

**Cuadro 2-88: Desglose de Operación y Mantenimiento en la Instalación de Almacenamiento Temporal**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Partes de maquinaria pesada	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	300
Combustible de maquinaria pesada	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	1,290
Total de O&M	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	1,590
Costos de administración (20%)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	315
Total	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	127	1,905
Costos de provisión (10%)	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	195
Total	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	2,100

**c.6 Definición de la Vida Útil**

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-89: Definición de la Vida Útil

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Cargadores sobre ruedas 1.2 m3	12 años

**d. Construcción de la Instalación de Almacenamiento Temporal****d.1 Costo de la Inversión Inicial**

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una instalación de almacenamiento temporal de residuos de construcción:

Cuadro 2-90: Costos de la Inversión Inicial para una Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción

Unidad: pesos colombianos (COP)

Aspecto	Unidad	Precio unitario (COP\$)	Cantidad	Precio
<b>Instalación de Almacenamiento Temporal</b>				
Área administrativa	unidad	9,500,000	1	9,500,000
Instalación de almacenamiento temporal	unidad	15,485,000	1	15,485,000
Total				24,985,000
<b>Maquinaria pesada</b>				
Cargador sobre ruedas	unidad	200,000,000	1	200,000,000
Total				200,000,000
<b>Costo directo de obras</b>				
Costo de administración de obras	10%			22,498,500
Costo neto de construcción				247,483,500
Costo administrativo/costo indirecto	15%			37,122,500
Total del costo directo de construcción				284,606,000
Costo de ajuste	10%			28,460,600
Costo de construcción				313,066,600
Impuestos	16%			50,090,700
Costo total de las obras				363,157,300
Planeación/supervisión	5%			15,653,300
Impuestos	16%			2,504,500
Costo total de planeación y supervisión				18,157,800
Costo total del Proyecto				381,315,100

**d.2 Costo del Proyecto (15 años)**

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 40 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (40 millones/30 años = 1 millón de pesos colombianos).

**Cuadro 2-91: Costos del Proyecto de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción**

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/su pervisión	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Obras civiles	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
Maquinaria pesada	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	400
Operación y mantenimiento /Costo personal	0	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	140	2,100
Operación y mantenimiento y otros	0	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	1,305
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>428</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>428</b>	<b>228</b>	<b>228</b>	<b>3,822</b>

**d.3 Estimación del Costo de Construcción de una Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción**

A través de la adición de los costos de la instalación de almacenamiento temporal de residuos de construcción con la capacidad de 61 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 3,822 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 11,400 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 40 a 80 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2-92: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de Almacenamiento Temporal de Residuos de Construcción, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento**

Capacidad instalada	toneladas/día	40	50	60	61	70	80
Monto total de inversión	1 millón de pesos colombianos	2,966	3,394	3,784	3,822	4,151	4,498
Días de operación	días/año	365	365	365	365	365	365
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	Toneladas	219,000	273,750	328,500	333,975	383,250	438,000
Precio unitario	1000 pesos colombianos	13.5	12.4	11.5	11.4	10.8	10.3

### 2.6.3 Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

#### 2.6.3.1 Residuos Objeto de Reciclaje

Los residuos objeto de la instalación de reciclaje de residuos de construcción son residuos de concreto, ladrillo y madera que se almacenan en una instalación de almacenamiento temporal.

#### 2.6.3.2 Cálculo de la Escala de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

Se calculó la escala de instalación de reciclaje de residuos de construcción del siguiente procedimiento:

**a. Cantidad de Residuos que se generan en sitios de demolición de pequeña escala**

En el siguiente cuadro se muestra la proporción y la cantidad de los residuos objeto de reciclaje y los otros que se generarían en el año 2027. En cuanto a los residuos de asfalto, se podría incluir en los residuos objeto de reciclaje, sin embargo, como se genera muy pequeña cantidad, no se incluyó como objeto de reciclaje.

Con esta escala, el 47.8% de los residuos de construcción objeto de reciclaje puede ser cubiertos en este sistema.

Cuadro 2-93: Proporción de Residuos Objeto de reciclaje y de Otros Residuos y Cantidad Generada (2027)

No	Categoría	Proporción	Cantidad (toneladas/año)
1	Concrete	27.2%	104,826
2	Ladrillo (Fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)	18.5%	71,117
3	Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)	2.2%	8,398
4	Residuos objeto de almacenamiento temporal	52.2%	200,907
Total		100.0%	385,248

**b. Condiciones de Operación de la Instalación y Número de las Instalaciones que se Establecen**

Se establece que el número de operación de la instalación es de 312 días. Construir instalaciones de gran escala en un sitio no será adecuado considerando el costo de transporte e impactos ambientales que se puedan generar, por lo tanto se plantea construir 3 instalaciones de la escala igual. En el plan en una instalación se establecen

**c. Escala de la Instalación**

La escala de una instalación necesaria es de 197 toneladas al día, como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-94: Escala de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

No	Categoría	Cantidad de generación Diaria (toneladas/día)	Escala de la Instalación (toneladas/día)
1	Concrete	336.0	112
2	Ladrillo (Fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)	227.9	76
3	Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)	26.9	9
Total		590.8	197

**2.6.3.3 Tecnología de Reciclaje de Residuos de Construcción y Forma de Productos Finales**

En el siguiente cuadro, se muestran la tecnología que se aplica a cada una de las cuatro categorías de residuos de construcción y la forma de productos finales:

Cuadro 2-95: Tecnología de Reciclaje de Residuos de Construcción y Forma de Productos Finales

No	Categoría	Tecnología de Reciclaje	Forma de Productos Finales y su Uso
1	Concrete	Trituración y clasificación por granulometría	Se fabrican los siguientes dos productos finales según la granulometría: • Granulometría: 80-40mm (materiales para pavimentos de concreto, etc.) • Granulometría: menor que 40mm (material para la base de vías)
2	Ladrillo (Fragmentos de ladrillo tolete, bloques y baldosas)	Trituración y clasificación por granulometría	Se fabrican productos finales con la siguiente granulometría: • Granulometría: menor que 40mm (material para la base de vías)
3	Madera dura (pino, roble, cedro, Flor Morado -Tabebuia rosea, etc.)	Trituración y clasificación por granulometría	Se fabrican productos finales (trozos de madera) con la siguiente granulometría: • Granulometría: menor que 40mm (combustible, material de madera para la base de vías)

**2.6.3.4 Flujo de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción**

En la siguiente figura se muestra el flujo de la instalación de reciclaje de residuos de construcción. Los procesos de reciclaje están separados según el tipo de 4 categorías de materiales objeto de reciclaje. El proceso básico es igual para todos que consiste en la trituración, la clasificación por el tamiz vibratorio o trommel, la fabricación de productos. Los materiales que se quedan en el tamiz (que tengan mayor tamaño que la granulometría determinada) se devuelven al patio de recepción para pasarlos nuevamente por el proceso de trituración.

Los materiales no aptos para el reciclaje se eliminan visualmente por trabajadores.

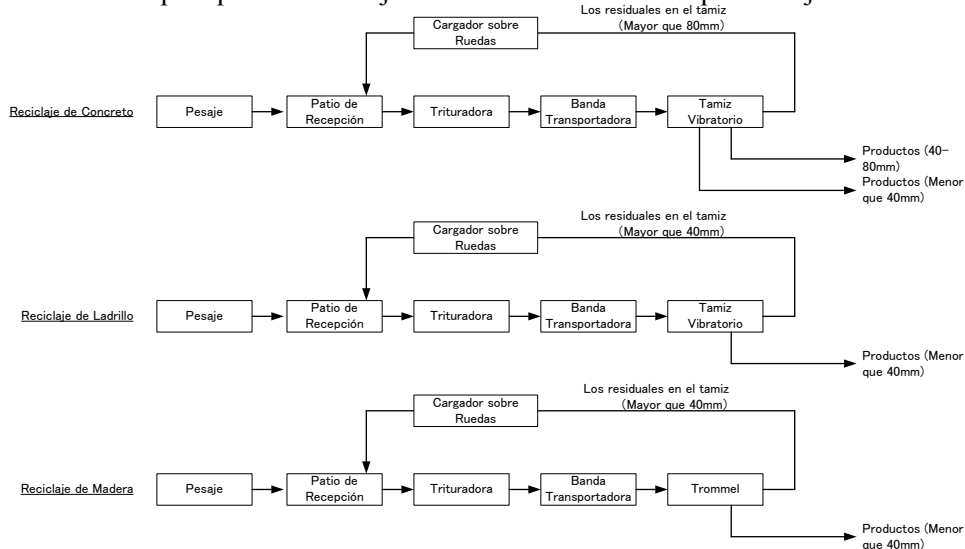


Figura 2-16: Flujo de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

### 2.6.3.5 Plano de Distribución de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

En la siguiente figura se muestra la distribución de la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

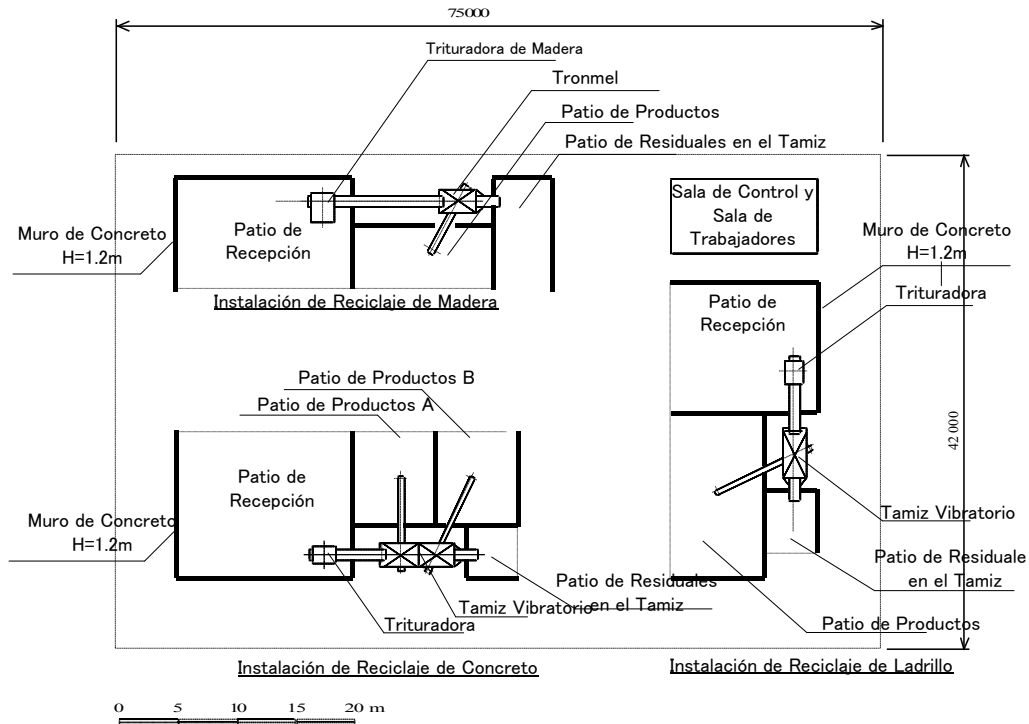


Figura 2-17: Plano de Distribución de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

[Área Necesaria para la Instalación]

No está definido si se construye sólo la instalación de reciclaje de residuos de construcción o se construye adjunta a otras instalaciones, en el plano de distribución no se muestra el plan de estructura exterior. En caso de que se construye sola, se debe asegurar una franja de 15m de ancho alrededor del lote, donde se construirá la franja de amortiguación (zona verde), edificios para equipos de medición y control de medición, el espacio de almacenamiento temporal de residuos ingresados y parqueadero.

Cálculo del área necesaria:  $(75+15 \times 2) \times (42+15 \times 2) = 7,560 \text{ m}^2 \rightarrow 7,500 \text{ m}^2$

### 2.6.3.6 Configuración de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

La instalación de reciclaje de residuos de construcción tiene función de triturar, clasificar por granulometría y reciclar residuos de concreto, ladrillo y madera que se generan y se entregan separadamente de los sitios de construcción y demolición de pequeña escala de la ciudad.

En el siguiente cuadro se muestra la configuración de la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

**Cuadro 2-96: Configuración de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción**

Aspecto		Contenido
<b>1. Instalación de reciclaje de concreto</b>		
Residuos objeto de tratamiento		Residuos de concreto
Cantidad de recepción		112 toneladas/día
Densidad aparente		~1,100 kg / m <sup>3</sup>
Resumen de la Instalación	Método	Trituradora de mandíbulas + clasificación por granulometría (tamiz vibratorio de dos niveles)
	Línea de tratamiento	1 línea
	Capacidad de tratamiento	20 toneladas/hora
	Operación	312 días/año 8 horas
<b>2. Instalación de reciclaje de ladrillos</b>		
Residuos objeto de tratamiento		Residuos de ladrillos
Cantidad de recepción		76 toneladas/día
Densidad aparente		~1,100 kg / m <sup>3</sup>
Resumen de la Instalación	Método	Trituradora de mandíbulas + clasificación por granulometría (tamiz vibratorio)
	Línea de tratamiento	1 línea
	Capacidad de tratamiento	15 toneladas/hora
	Operación	312 días/año 8 horas
<b>3. Instalación de reciclaje de maderas</b>		
Residuos objeto de tratamiento		Residuos de madera
Cantidad de recepción		9 toneladas/día
Densidad aparente		~600 kg / m <sup>3</sup>
Resumen de la Instalación	Método	Trituradora (de madera) + clasificación por granulometría (trommel)
	Línea de tratamiento	1 línea
	Capacidad de tratamiento	2 toneladas/hora
	Operación	312 días/año 8 horas

### 2.6.3.7 Plan de Operación de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

A continuación, se muestra el plan de operación desde la recepción de materias primas (residuos de concreto, ladrillos y maderas) hasta el despacho de productos de reciclaje de residuos de construcción:

#### a. Horario de Operación

Se establece el siguiente horario de operación de la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

- De lunes a sábado 8:00 - 18:00 (tiempo de funcionamiento real: 8 horas/día)



- Domingos Descanso
- Recepción de residuos 8:00-17:00
- Línea 1 línea
- Turno 1 turno

Cuadro 2-97: Horario de Operación

	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Recepción de materias primas	Lunes a sábado			[Operación]																		
Horario de operación de la instalación de RPF	Lunes a sábado			[Operación]																		

**b. Plan de Dotación de Maquinaria Pesada**

En el siguiente cuadro se muestra el plan de dotación de maquinarias pesadas para la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

Cuadro 2-98: Plan de Dotación de Maquinaria Pesada para la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

	Maquinarias	Especificaciones	Cantidad	Unidad
1	Cargador sobre ruedas	1.2 m3	3	unidad

**c. Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción**

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de trabajo por sección en la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

Cuadro 2-99: Contenido de Trabajo por Sección en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

Sección	Se Contenido de trabajo
Reciclaje de Residuos de Concreto	<p>Se trituran y se clasifican los residuos de concreto para convertirlos en materiales de pavimento de concreto o materiales para la base de vías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos de concreto ingresados se pesan en la báscula y se descargan en el patio de recepción. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.</li> <li>• Los residuos de concreto del patio de recepción, se ingresan en la tolva de la trituradora con el cargador sobre ruedas.</li> <li>• Los trozos triturados de concreto se envían al tamiz vibratorio a través de la banda transportadora.</li> <li>• El tamiz vibratorio está conformado por dos niveles de mallas de 40mm y 80mm, y según la necesidad se puede cambiar la malla fácilmente.</li> <li>• Los trozos de concreto se convierten en productos con la granulometría de 40 a 80mm y de menos de 40mm. Los que se quedan encima del</li> </ul>

Sección	Se Contenido de trabajo
	tamiz (de la granulometría de más de 80mm) se devuelven al patio de recepción y luego se trituran nuevamente. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.
Reciclaje de Residuos de Ladrillo	<p>Se trituran y se clasifican los residuos de ladrillo para convertirlos en materiales para la base de vías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos de ladrillo ingresados se pesan en la báscula y se descargan en el patio de recepción. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.</li> <li>• Los residuos de ladrillo del patio de recepción, se ingresan en la tolva de la trituradora con el cargador sobre ruedas.</li> <li>• Los trozos triturados de ladrillo se envían al tamiz vibratorio a través de la banda transportadora.</li> <li>• El tamiz vibratorio está conformado por una malla de 40mm, y según la necesidad se puede cambiar la malla fácilmente.</li> <li>• Los trozos de ladrillo se convierten en productos con la granulometría de 40mm. Los que se quedan encima del tamiz (de la granulometría de más de 40mm) se devuelven al patio de recepción y luego se trituran nuevamente. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.</li> </ul>
Reciclaje de Residuos de Madera	<p>Se trituran y se clasifican los residuos de madera para convertirlos en combustibles y trozos de madera para la base de vías.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos de madera ingresados se pesan en la báscula y se descargan en el patio de recepción. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.</li> <li>• Los residuos de madera del patio de recepción, se ingresan en la tolva de la trituradora manualmente o con el cargador sobre ruedas.</li> <li>• Los trozos triturados de madera se envían al tamiz vibratorio a través de la banda transportadora.</li> <li>• El tamiz vibratorio está conformado por una malla de 40mm, y según la necesidad se puede cambiar la malla fácilmente.</li> <li>• Los trozos de madera se convierten en productos con la granulometría de menos de 40mm. Los que se quedan encima del tamiz (de la granulometría de más de 40mm) se devuelven al patio de recepción con el cargador sobre ruedas y luego se trituran nuevamente. Durante este proceso si se encuentran materiales no aptos para el reciclaje, se eliminan manualmente.</li> </ul>

**d. Plan de Asignación de Trabajadores**

En el siguiente cuadro se muestra la asignación del personal en la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

Cuadro 2-100: Plan de Asignación de Trabajadores en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

Sección	Número de personas
<b>Administración</b>	
Administrador	1
Contabilidad	1
Auxiliar de oficina	2
<b>Total</b>	<b>4</b>
<b>Operación</b>	
<b>Instalación de reciclaje de concreto</b>	
Supervisor	1
Operarios de equipos	1
Trabajadores	2
Conductor de cargador sobre ruedas	1
<b>Instalación de reciclaje de ladrillos</b>	
Supervisor	1
Operarios de equipos	1
Trabajadores	2
Conductor de cargador sobre ruedas	1
<b>Instalación de reciclaje de maderas</b>	
Supervisor	1
Operarios de equipos	1
Trabajadores	2
Conductor de cargador sobre ruedas	1
<b>Total</b>	<b>15</b>
<b>Total</b>	<b>19</b>

### 2.6.3.8 Costo de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

#### a. Condiciones para el Cálculo del Costo

- No se fija el año inicio del proyecto.
- No se calcula el costo de adquisición del terreno para la instalación (área necesaria para la instalación: 7,500 m<sup>2</sup>)
- No se tiene en cuenta el costo de las obras de estructura externa, incluyendo vías de acceso y vías internas, ni equipos de subestación.
- No hay fluctuación de la cantidad de residuos ingresados según estación.
- Tasa de cambio: US\$1 = COP\$1,900, US\$1 = ¥100
- Se calculó el costo en pesos colombianos (COP).

#### b. Aspectos Objeto del Cálculo

Se calculan el monto de la inversión inicial y el costo de operación y mantenimiento.

**c. Condiciones del Cálculo del Costo de Operación y Mantenimiento**

El costo de operación y mantenimiento se calcula con base en el costo de reparación y el costo personal obtenidos de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Dentro del costo de operación y mantenimiento (costo personal y otros) se incluyen los costos de administración que equivalen al 20% del costo de operación y mantenimiento y los costos de provisión que equivalen al 10% de esta suma.

**c.1 Costo de Planeación y Administración (Diseño Detallado)**

- El costo de planeación y administración (diseño detallado) será el 5% del costo de la obra.
- El diseño detallado de la facilidad se define el año anterior de la construcción de la facilidad.
- El 60% del costo se invierte en un año anterior de la entrada en funcionamiento y el 40% restante en el año de construcción (entrada en funcionamiento).

**c.2 Sueldos de Empleados**

En el siguiente cuadro se muestran sueldos para empleados de la instalación de reciclaje de residuos de construcción:

Cuadro 2-101: Sueldo de Empleados

Tipo de trabajo		Número de empleados	Sueldo (1,000 pesos colombianos/año)
Administración	Administrador	1	42,360
	Contabilidad	1	21,180
	Auxiliar de oficina	2	21,180
Operación	Supervisor	3	28,240
	Operario de máquinas	3	14,120
	Trabajador	6	9,884
	Conductor	3	19,440
Total		19	-

Cuadro 2-102: Costo Personal en la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	合計
Total del costo personal	0	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	347	5,205
Costos de administración (20%)	0	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	69	1,035
Total	0	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	416	6,240
Costos de provisión (10%)	0	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	630
Total	0	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	6,870

### c.3 Costo Unitario de los Insumos

En el siguiente cuadro se muestra el costo de los insumos tales como combustibles y la energía eléctrica. El costo del acueducto y alcantarillado no se tiene en cuenta para el cálculo de dicho costo, ya que se utiliza sólo para el aseo y el consumo de los trabajadores.

Cuadro 2-103: Costo Unitario de los Insumos

Insumo	Unidad	Precio
Combustible (diésel)	COP/Litro	2,300
Energía (sólo cargo fijo)	COP/kWh	360

### c.4 Costo de Reparación, Equipos y Partes de Repuesto

- El costo anual de repuestos de maquinarias pesadas será el 10% del precio base.
- El costo anual de reparación de máquinas y cambio de equipos será el 2% de 0 a 5<sup>to</sup> año y el 5% a partir del 6<sup>to</sup> año.
- El costo de calibración de la báscula de camión se establece COP\$1,900,000 cada dos años

### c.5 Definición de la Vida Útil

Se definió la vida útil de los activos tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro 2-104: Definición de la Vida Útil

Activos	Vida útil
Estructuras arquitectónicas	30 años (Se establece que el valor residual después de 30 años es 0.)
Cargadores sobre ruedas 1.2 m3	12 años

**2.6.3.9 Construcción de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción****a. Costo de la Inversión Inicial**

En el siguiente cuadro se indican los costos de la inversión inicial para una instalación de reciclaje de residuos de construcción:

**Cuadro 2-105: Costos de la Inversión Inicial para una Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción**

Unidad: pesos colombianos (COP)

Aspecto	Unidad	Precio unitario (COP\$)	Cantidad	Precio
<b>Administración</b>				
Área de administración de equipos de medición	m <sup>2</sup>	50,825,000	1	50,825,000
Instalación de reciclaje de residuos de construcción	unidad	133,000,000	1	133,000,000
Total de administración				183,825,000
<b>Equipos</b>				
Equipos de medición (incluyendo el costo de calibración)	unidad	201,900,000	1	201,900,000
Aparatos de control de equipos de medición	unidad	19,000,000	1	19,000,000
Instalación de reciclaje de concreto				
Trituradora	unidad	95,000,000	1	95,000,000
Banda transportadora	unidad	15,960,000	1	15,960,000
Tamizas (2 niveles)	unidad	104,500,000	1	104,500,000
Banda transportadora de productos A	unidad	18,240,000	1	18,240,000
Banda transportadora de productos B	unidad	20,520,000	1	20,520,000
Instalación de reciclaje de ladrillos				
Trituradora	unidad	665,000,000	1	665,000,000
Banda transportadora	unidad	15,960,000	1	15,960,000
Tamiza	unidad	570,000,000	1	570,000,000
Banda transportadora de productos	unidad	20,520,000	1	20,520,000
Instalación de reciclaje de maderas				
Trituradora	unidad	19,000,000	1	19,000,000
Banda transportadora	unidad	27,360,000	1	27,360,000
Trommel	unidad	9,500,000	1	9,500,000
Banda transportadora de productos	unidad	20,520,000	1	20,520,000
Otros				
Sistema de drenaje	unidad	7,600,000	1	7,600,000
Paneles de control	unidad	119,700,000	1	119,700,000
Total de equipos				1,950,280,000
<b>Maquinaria pesada</b>				
Cargador sobre ruedas	unidad	200,000,000	3	600,000,000
Total de maquinaria pesada				600,000,000
Costo directo de obras				2,734,105,000
Costo de administración de obras	10%			273,410,500
Costo neto de construcción				3,007,515,500

## 2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

Costo administrativo/costo indirecto	15%			451,127,300
Total del costo directo de construcción				3,458,642,800
Costo de ajuste	10%			345,864,300
Costo de construcción				3,804,507,100
Impuestos	16%			608,721,100
Costo total de las obras				4,413,228,200
Planeación/supervisión	5%			190,225,400
Impuestos	16%			30,436,100
Costo total de planeación y supervisión				220,661,500
Costo total del Proyecto				4,633,889,700

### b. Costo del Proyecto (15 años)

En el siguiente cuadro se muestran los costos del proyecto desde la entrada en funcionamiento durante 15 años:

En cuanto a las obras civiles el costo calculado es 297 millones de pesos colombianos, pero en este cuadro se muestra el valor dividido por igualdad en 30 años de depreciación (297 millones/30 años = 10 millón de pesos colombianos).

Cuadro 2-106: Costos del Proyecto de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

Unidad: 1 millón de pesos colombianos

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
Planeación/supervisión	104	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	173
Obras civiles	0	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	150
Obras eléctricas y de instalación	0	3,148	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,148
Maquinarias pesadas	0	600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	600	0	0	1,200
Operación y mantenimiento /Costo personal	0	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	458	6,870
Operación y mantenimiento /Otros	0	1,321	1,321	1,324	1,321	1,324	1,398	1,400	1,398	1,400	1,398	1,400	1,398	1,400	1,398	1,400	20,601
Total	104	5,606	1,789	1,792	1,789	1,792	1,866	1,868	1,866	1,868	1,866	1,868	1,866	2,468	1,866	1,868	32,142

### c. Estimación del Costo de Construcción de una Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción

A través de la adición de los costos de la instalación de reciclaje de residuos de construcción con la capacidad de 197 toneladas al día, se estima que el costo total del proyecto de 15 años es de 32,142 millones de pesos colombianos y el costo unitario de tratamiento por tonelada de residuos materia prima es de 34,900 pesos colombianos. Utilizando este resultado y la regla de los seis dígitos (véase el documento anexo sobre el detalle) se calcularon el costo de

construcción y el precio unitario de otras plantas con capacidades de 100 a 300 toneladas al día, cuyos resultados se muestran en el siguiente cuadro

**Cuadro 2-107: Resultado de Cálculo de la Capacidad de la Instalación de Reciclaje de Residuos de Construcción, el Monto Total de Inversión y el Precio Unitario de Tratamiento**

Capacidad instalada	toneladas/día	100	150	197	200	250	300
Monto total de inversión	1 millón de pesos colombianos	21,407	27,289	32,142	32,431	37,092	41,367
Días de operación	días/año	312	312	312	312	312	312
Años de funcionamiento	Año	15	15	15	15	15	15
Cantidad total tratada	Toneladas	468,000	702,000	921,960	936,000	1,170,000	1,404,000
Precio unitario	1000 pesos colombianos	45.7	38.9	34.9	34.6	31.7	29.5



## 2.7 Referencia

### 2.7.1 El sumatorio basado en la Regla Empírica Relacionada con la Proporción de Potencia de 0.6 Grados (Curva Aproximada de Capacidad- Costo) <sup>1</sup>

En el sector de construcción de plantas químicas, es bastante conocido que el costo de construcción es proporcional a la potencia de 0.6 grados de la escala de la planta como una regla empírica. Por lo tanto, en este manual se utiliza este método para calcular el costo estimado. Este método sirve cuando el costo de la instalación de una cierta capacidad (aparatos, equipamiento y/o planta) es conocido, se puede calcular el costo de la instalación (aparatos, equipamiento y planta) de otra capacidad, porque empíricamente el costo aproximado de la instalación (aparatos, equipamiento y planta) es proporcional a la potencia de 0.6 grados de la capacidad (escala).

$C_A$  = El costo de construcción de la instalación A (aparatos, equipamiento y planta)

$C_B$  = El costo de construcción de la instalación B (aparatos, equipamiento y planta) que es del mismo tipo que la instalación A

$S_A$  = La capacidad (escala) de la instalación A

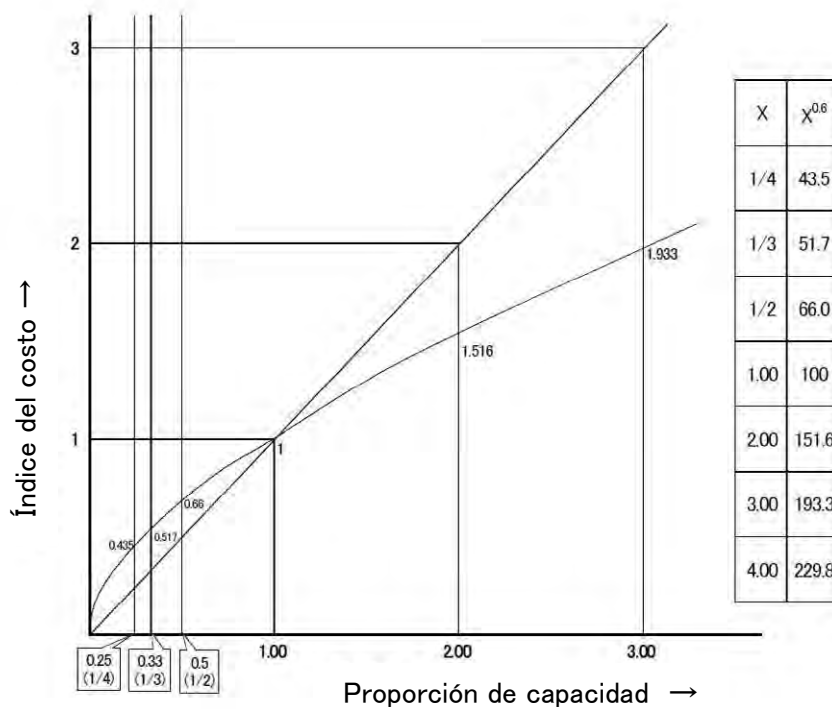
$S_B$  = La capacidad (escala) de la instalación B

$C_B = C_A \times (S_B/S_A)^{0.6}$

La siguiente figura 1 muestra que según este método, cuanto más grande es la capacidad (escala) de la instalación (aparatos, equipamiento y planta), reduce el costo por capacidad unitaria, y cuanto más pequeña es la capacidad (escala) de la instalación (aparatos, equipamiento y planta), aumenta el costo por capacidad unitaria.

---

<sup>1</sup> Extracto de "Manual de la licitación y el contrato para la construcción de la instalación del tratamiento de residuos sólidos"



Relación entre la proporción de capacidad de la instalación y el índice del costo

### 2.7.2 Estimación del Bajo Poder Calorífico Basado en la Composición Física de los Residuos

#### a. Bajo Poder Calorífico de Materiales Objeto de Incineración

En las instalaciones de incineración, el bajo poder calorífico de materiales objeto de incineración es un factor muy importante. Para mantener una incineración estable de residuos con su propio poder calorífico, se requiere el bajo poder calorífico igual o mayor que 1,200kcal/kg, y en caso de que no alcance a ese poder, se requiere algún combustible auxiliar (petróleo, gas, carbón, etc.).

Por lo tanto, es sumamente importante obtener la información del bajo poder calorífico para analizar la posibilidad de construir una instalación de incineración

En Bogotá no se pudo conseguir los datos de la medición del bajo poder calorífico, se estimó el bajo poder calorífico de los residuos de Bogotá con base en su composición física, utilizando el método de cálculo del bajo poder calorífico basado en la composición física que se utiliza en Japón.

### b. Método de Estimación del Bajo Poder Calorífico

El cálculo del bajo poder calorífico basado en la composición física de los residuos se realizó utilizando los datos indicados en el siguiente documento:

"Sobre los 3 componentes, el bajo poder calorífico y la composición de elementos de residuos sólidos"

WATANABE Nobuhisa, Revista de la Sociedad Japonesa de Investigación sobre el Manejo de Residuos, Vol.11 No.6 pp411-416, 2000

Para estimar el bajo poder calorífico, primero se calcularon el contenido sólido, el alto poder calorífico y el contenido de agua (incluyendo la humedad proveniente del hidrógeno) por cada material que compone residuos, utilizando los datos básicos mostrados en el documento mencionado, y luego se sumaron los valores calculados para obtener el bajo poder calorífico de esos residuos.

En el siguiente cuadro se muestran los datos básicos necesarios para realizar el cálculo, indicados en el documento mencionado. Los datos de este cuadro son calculados con base en el informe de la Sociedad Japonesa de Investigación sobre el Manejo de Residuos. En cuanto al poder calorífico de residuos de alimentos, en caso de Japón es de 4,000kcal/kg en base seca, y se considera demasiado alto para aplicar al exterior. Por lo tanto se utilizó el valor representativo del poder calorífico indicado en la "Gestión Integral de Residuos Sólidos".

Cuadro 2-108: Datos Básicos Necesarios para la Estimación del Bajo Poder Calorífico con base en la Composición Física de los Residuos

	Contenido de agua	Contenido de ceniza	Contenido de agua	Poder calorífico	Contenido del hidrógeno:
	Base húmeda	Base seca	Base seca	Base seca	Base húmeda
	%	%	%	kcal/kg	%
Residuos de alimentos	75.38	18.50	7.54	1110 <sup>*1</sup>	5.81
Papeles	15.69	11.23	4.41	3949	5.88
Fibra	16.14	6.90	3.25	4709	6.27
Plásticos	16.25	9.46	1.54	7641	9.81
Césped y árboles	42.63	6.59	5.39	4347	5.40
Caucho y cuero	8.57	12.29	0.00	6179	6.91
Metales	0.00	100.00	0.00	0	0.00
Vidrio	0.00	100.00	0.00	0	0.00
Cerámica y piedra	0.00	100.00	0.00	0	0.00
Otros <sup>*2</sup>	15.00	41.82	3.98	2931	4.00 <sup>*3</sup>

Nota :1. Gestión Integral de Residuos Sólidos P84.

: 2. Otros son los residuos que pasan por el tamiz de 5 mm de diámetro.

: 3. Valor establecido por Watanabe.

: 4. Los datos encerrados con el borde grueso son los valores establecidos para realizar el cálculo.

### 2.7.3 Estimación del Bajo Poder Calorífico con base en la Composición de Residuos de Bogotá

#### a. Establecimiento de la Composición Física que Va a Ser el Criterio

Utilizando el flujo de residuos sólidos establecido en el plan maestro y el resultado de análisis de la composición de los residuos existente, se calcula la composición física que va a ser el criterio tanto para la actualidad (año 2012) y el futuro (los años 2015, 2018 y 2027).

##### (1) Cantidad de los Residuos Generados

Los residuos objeto de incineración se clasifican en las siguientes 3 categorías; residuos de hogar, de comercios y de grandes generadores. En el siguiente cuadro se muestra la cantidad generado de los residuos actual (año 2012) y del futuro (los años 2015, 2018 y 2027).

Cuadro 2-109: Cantidad de Residuos Generados Objeto de Incineración

Unidad: toneladas/año

Año	Hogar	Comercio	Grandes generadores	Total
2012	1,200,990	514,710	218,503	1,934,203
2015	1,278,198	547,799	232,550	2,058,547
2018	1,355,405	580,888	246,596	2,182,889
2027	1,587,028	680,155	288,737	2,555,920

##### (2) Cantidad de Reciclaje

Según el Plan Maestro, de los residuos objeto de incineración se recuperan en las Facilidades de Recuperación de Materiales (MRF, siglas en inglés) papeles y cartones, plásticos (PET, rígidos y blandos), metales y vidrios, por lo tanto descontando la cantidad de estos materiales que se recuperan, de la cantidad de los residuos generados se obtiene la cantidad de los residuos que se llevan a la instalación de incineración.

Cuadro 2-110: Cantidad de Materiales de Reciclaje que se Recuperan en las MRF

Unidad: toneladas/año

Año	Hogar	Comercio	Grandes generadores	Total
2012	60,050	51,471	21,850	133,371
2015	83,083	62,997	26,743	172,823
2018	108,432	75,516	32,058	216,006
2027	198,379	136,031	57,747	392,157

##### (3) Establecimiento de la Composición Física

Se estableció la composición física con las siguientes condiciones:

- Para obtener la composición física de generados en hogares y comercios se utilizaron los datos existentes.
- Como no hay datos sobre la composición física de los residuos de grandes generadores, se utilizaron los datos de los residuos de comercio.
- Los residuos peligrosos que aparecen en los datos existentes de la composición física son manejados como papeles.
- La cantidad de los residuos que se llevan a las MRF se estimó con base en los datos de la cantidad recuperada en el centro de acopio de la Alquería.
- Los residuos que se clasifican como “otros” en la Alquería se dividieron en papeles y plásticos proporcionalmente.

En el siguiente cuadro se muestran los valores de la composición física calculado con las condiciones mencionadas:

Cuadro 2-111: Valores Establecidos de la Composición Física

Unidad: %

Ítem	Hogar	Comercio	Residuos que se llevan a las MRF
Residuos de alimentos	60.5	46.4	0.0
Papeles	20.0	18,9	41.1
Fibra	1.9	1.9	0.0
Plásticos	10.5	17,8	42.8
Césped y poda de árboles	1.2	6.1	0.0
Caucho y cuero	0.4	0.9	0.0
Metales	0.9	1.6	5.1
Vidrio	2.1	3.9	11.0
Cerámica y piedra	1.2	1.2	0.0
Otros	1.3	1.3	0.0
Total	100.0	100.0	100.0

**b. Cálculo de la Composición Física de los Residuos Ingresados en la Instalación de Incineración que Sirve como el Criterio**

En el siguiente cuadro muestra el resultado de cálculo de la composición física de los residuos que se ingresan en la instalación de incineración, utilizando la cantidad de residuos calculada y la composición física establecida.

2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

Cuadro 2-112: Cálculo de la Composición Física de los Residuos Ingresados en la Instalación de Incineración (para los años 2012 y 2015)

Año	Composición física	Residuos entregados										Residuos ingresados en las MRF		Residuos ingresados en la instalación de incineración	
		Hogar		Comercio		Grandes generadores		Resultado del cálculo de los residuos entregados		%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año
		%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año
2012	Residuos de alimentos	60.5	726,600	46.4	238,800	46.4	101,400	55.2	1,066,800	0.0	0	59.2	1,066,800		
	Papeles	20	200,240	18.9	97,300	18.9	41,300	19.6	378,800	41.1	54,800	18.0	324,000		
	Fibra	1.9	22,800	1.9	9,800	1.9	4,200	1.9	36,800	0.0	0	2.0	36,800		
	Plásticos	10.5	126,100	17.8	91,600	17.8	38,900	13.3	256,600	42.8	57,100	11.1	199,500		
	Césped y poda de árboles	1.2	14,400	6.1	31,400	6.1	13,300	3.1	59,100	0.0	0	3.3	59,100		
	Caucho y cuero	0.4	4,800	0.9	4,600	0.9	2,000	0.6	11,400	0.0	0	0.6	11,400		
	Metales	0.9	10,800	1.6	8,200	1.6	3,500	1.2	22,500	5.1	6,800	0.9	15,700		
	Vidrio	2.1	25,200	3.9	20,100	3.9	8,500	2.8	53,800	11.0	14,700	2.2	39,100		
	Cerámica y piedra	1.2	14,400	1.2	6,200	1.2	2,600	1.1	23,200	0.0	0	1.3	23,200		
	Otros	1.3	15,600	1.3	6,700	1.3	2,800	1.2	25,100	0.0	0	1.4	25,100		
Total	100.0	1,200,900	100.0	514,700	100	218,500	100.0	1,934,100	100.0	133,400	100.0	7,001,800			
2015	Residuos de alimentos	60.5	773,300	46.4	254,200	46.4	107,900	55.2	1,135,400	0.0	0	60.2	1,135,400		
	Papeles	20.0	255,600	18.9	103,500	18.9	44,000	19.6	403,100	41.1	71,000	17.6	332,100		
	Fibra	1.9	24,300	1.9	10,400	1.9	4,400	1.9	39,100	0.0	0	2.1	39,100		
	Plásticos	10.5	134,200	17.8	97,500	17.8	41,400	13.3	273,100	42.8	74,000	10.6	199,100		
	Césped y poda de árboles	1.2	15,300	6.1	33,400	6.1	14,200	3.1	62,900	0.0	0	3.3	62,900		
	Caucho y cuero	0.4	5,100	0.9	4,900	0.9	2,100	0.6	12,100	0.0	0	0.6	12,100		
	Metales	0.9	11,500	1.6	8,800	1.6	3,700	1.2	24,000	5.1	8,800	0.8	15,200		
	Vidrio	2.1	26,800	3.9	21,400	3.9	9,100	2.8	57,300	11.0	19,000	2.0	38,300		
	Cerámica y piedra	1.2	15,300	1.2	6,600	1.2	2,800	1.1	24,700	0.0	0	1.3	24,700		
	Otros	1.3	16,600	1.3	7,100	1.3	3,000	1.2	26,700	0.0	0	1.5	26,700		
Total	100.0	1,278,000	100.0	547,800	100.0	232,600	100.0	2,058,400	100.0	172,800	100.0	6,001,885			

2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

Cuadro 2-113: Cálculo de la composición física de los residuos ingresados en la instalación de incineración (para los años 2018 y 2027)

Año	Composición física	Residuos entregados										Residuos ingresados en las MRF		Residuos ingresados en la instalación de incineración	
		Hogar		Comercio		Grandes generadores		Resultado del cálculo de los residuos entregados		toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%
		%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año	%	toneladas/año						
2018	Residuos de alimentos	60.5	820,000	46.4	269,500	46.4	114,400	55.2	1,203,900	0.0	0	61.2	1,203,900		
	Papeles	20.0	271,100	18.9	109,800	18.9	46,600	19.6	427,500	41.1	88,800	17.2	338,700		
	Fibra	1.9	25,800	1.9	11,000	1.9	4,700	1.9	41,500	0.0	0	2.1	41,500		
	Plásticos	10.5	142,300	17.8	103,400	17.8	43,900	13.3	289,600	42.8	92,500	10.0	197,100		
	Césped y poda de árboles	1.2	16,300	6.1	35,400	6.1	15,000	3.1	66,700	0.0	0	3.4	66,700		
	Caucho y cuero	0.4	5,400	0.9	5,200	0.9	2,200	0.6	12,800	0.0	0	0.7	12,800		
	Metales	0.9	12,200	1.6	9,300	1.6	3,900	1.2	25,400	5.1	11,000	0.7	14,400		
	Vidrio	2.1	28,500	3.9	22,700	3.9	9,600	2.8	60,800	11.0	23,800	1.9	37,000		
	Cerámica y piedra	1.2	16,300	1.2	7,000	1.2	3,000	1.1	26,300	0.0	0	1.3	26,300		
	Otros	1.3	17,600	1.3	7,600	1.3	3,200	1.2	28,400	0.0	0	1.5	28,400		
Total	100.0	1,355,500	100.0	580,900	100	246,500	100.0	2,182,900	100.0	216,000	100.0	1,966,800			
2027	Residuos de alimentos	60.5	960,200	46.4	315,600	46.4	134,000	55.2	1,409,800	0.0	0	65.2	1,409,800		
	Papeles	20.0	317,400	18.9	128,500	18.9	54,600	19.6	500,500	41.1	161,200	15.7	339,300		
	Fibra	1.9	30,200	1.9	12,900	1.9	5,500	1.9	48,600	0.0	0	2.2	48,600		
	Plásticos	10.5	166,600	17.8	121,100	17.8	51,400	13.3	339,100	42.8	167,800	7.9	171,300		
	Césped y poda de árboles	1.2	19,000	6.1	41,500	6.1	17,600	3.1	78,100	0.0	0	3.6	78,100		
	Caucho y cuero	0.4	6,300	0.9	6,100	0.9	2,600	0.6	15,000	0.0	0	0.7	15,000		
	Metales	0.9	14,300	1.6	10,900	1.6	4,600	1.2	29,800	5.1	20,000	0.5	9,800		
	Vidrio	2.1	33,300	3.9	26,500	3.9	11,300	2.8	71,100	11.0	43,100	1.3	28,000		
	Cerámica y piedra	1.2	19,000	1.2	8,200	1.2	3,500	1.1	30,700	0.0	0	1.4	30,700		
	Otros	1.3	20,600	1.3	8,800	1.3	3,800	1.2	33,200	0.0	0	1.5	33,200		
Total	100.0	1,586,900	100	680,100	100	288,900	100.0	2,555,900	100.0	216,000	100.0	2,163,800			

## 2 Diseño Preliminar de Instalaciones de Tratamiento de Residuos Sólidos

### c. Cálculo del poder calorífico

En el siguiente cuadro se muestra un ejemplo del cálculo del bajo poder calorífico con base en la composición física de los residuos ingresados en la instalación de incineración calculada (para el año 2015):

**Cuadro 2-114: Cálculo de la Composición física de los Residuos Ingresados en la Instalación de Incineración (para el año 2027)**

Valor de análisis de la composición	Estimación del contenido de agua			Estimación de cenizas			Estimación de alta potencia calorífica			Estimación del contenido de agua		
	Porcentaje de agua		Contenido de agua	Porcentaje de cenizas		Contenido de cenizas	Unidad de potencia calorífica * 2		Potencia calorífica	Origen del hidrógeno:		Contenido de agua
	%	*1 g/kg	*1 g/kg	%	*1 g/kg	*1 g/kg	kcal/kg	kcal	Porcentaje de hidrógeno	Contenido de hidrógeno	Porcentaje de agua	Contenido de agua
Residuos de alimentos	65.2	75.38	491.5	160.5	18.50	29.7	1110	178	5.81	9.33	7.54	12.10
Papeles	15.7	15.69	24.6	132.4	11.23	14.9	3949	523	5.88	7.79	4.41	5.84
Fibra	2.2	16.14	3.6	18.4	6.90	1.3	4709	87	6.27	1.15	3.25	0.60
Plásticos	7.9	16.25	12.8	66.2	9.46	6.3	7641	506	9.81	6.49	1.54	1.02
Césped y poda de árboles	3.6	42.63	15.3	20.7	6.59	1.4	4347	90	5.40	1.12	5.39	1.12
Caucho y cuero	0.7	8.57	0.6	6.4	12.29	0.8	6179	40	6.91	0.44	0.00	0.00
Metales	0.5	0.00	0.0	5.0	100.00	5.0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Vidrio	1.3	0.00	0.0	13.0	100.00	13.0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Cerámica y piedra	1.4	0.00	0.0	14.0	100.00	14.0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Otros Residuos de alimentos	1.5	15.00	2.3	12.7	41.82	5.3	2931	37	4.00	0.51	3.98	0.51
	65.20	75.38	491.5	160.5	18.50	29.7	1110	178	5.81	9.33	7.54	12.10
	100.00	-	550.7	449.3	-	91.7	-	1461	-	26.83	-	21.19

$$= 18 / 2$$

$$\text{Cantidad de agua} > 241$$

$$\text{Alta potencia calorífica} =$$

$$\text{Baja potencia calorífica} = 1,461 - 0.6 (241 + 572) =$$

Nota ) \* 1: Se muestra el peso que ocupa en 1kg de residuos.

\* 2: Se muestra el poder calorífico por el peso unitario.

572 kcal/kg

1461 kcal/kg

973 kcal/kg



Igual que el resultado del cálculo para el año 2025, en el siguiente cuadro se muestra el bajo poder calorífico calculado con base en la composición física para los años 2012, 2015 y 2018.

**Cuadro 2-115: Resultado de Estimación del Bajo Poder Calorífico de los Residuos Ingresados en la Instalaciones de Incineración.**

Composición física	2012	2015	2018	2027
Residuos de alimentos (%)	69.28	64.49	77.11	74.14
Papeles (%)	7.50	8.18	4.51	4.18
Fibra (%)	1.03	1.25	1.11	2.22
Plásticos (%)	1.13	0.88	0.62	0.12
Césped y árboles (%)	12.17	14.42	7.81	16.82
Caucho y cuero (%)	0.19	0.83	0.34	0.00
Metales (%)	0.96	1.24	0.64	0.14
Vidrio (%)	0.86	1.35	1.07	0.11
Cerámica y piedra (%)	2.76	1.36	3.88	0.47
Otros (%)	0.13	0.32	0.15	0.00
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00
Contenido de agua (estimación) (%)	53.3	54.0	54.7	57.2
Alto poder calorífico kcal/kg	1,702	1,666	1,625	1,461
Bajo poder calorífico kcal/kg	1,223	1,185	1,143	973

#### d. Análisis del Resultado de Estimación

Los bajos poderes caloríficos estimados de los datos existentes de 2012 mostraban valores suficientes para ser incinerado con su propio poder calorífico. Sin embargo, con el avance del reciclaje de papeles y plásticos que tienen alto poder calorífico baja el bajo poder calorífico de los residuos ingresados en la instalación de incineración y a partir de 2015, ya no se podrán ser incinerados sólo con su poder calorífico y se requiere algún combustible auxiliar (petróleo, carbón, gas, etc.).

Los bajos poderes caloríficos obtenidos en esta estimación deben ser utilizados como referencia. Cuando se analiza posibilidad de construir una instalación de incineración, por supuesto se debe medir el bajo poder calorífico real.