

---

**VALORACION COSTO-BENEFICIO, DEL MANEJO INTEGRAL DE LOS  
RESIDUOS SÓLIDOS, APLICABLE A CONJUNTOS RESIDENCIALES  
EN LA CIUDAD DE CALI.**

**CASO DE ESTUDIO: COOFUNDADORES**

---

---

**ELIANA OSORIO QUINTERO**  
**Estudiante**

---

---

**UNIVERSIDAD DEL VALLE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONOMICAS**  
**PROGRAMA ACADEMICO DE ECONOMIA**  
**SANTIAGO DE CALI**  
**ENERO DE 2016**

---

---

**VALORACION DESDE LA ECONOMIA AMBIENTAL, DEL MANEJO  
INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, APLICABLE A CONJUNTOS  
RESIDENCIALES EN LA CIUDAD DE CALI.**

---

---

Trabajo de Grado para optar al título de  
**Economista**

---

---

Directora  
**Marcela Navarrete Peñuela**  
Ph.D. Ciencias Ambientales y Urbanismo

---

# ÍNDICE

## CAPITULO I

### PAGINA

|                      |    |
|----------------------|----|
| INTRODUCCIÓN.....    | 6  |
| JUSTIFICACIÓN.....   | 7  |
| OBJETIVOS.....       | 10 |
| ESTADO DEL ARTE..... | 11 |
| MARCO TEORICO.....   | 24 |

## CAPÍTULO II

|                  |    |
|------------------|----|
| METODOLOGÍA..... | 33 |
|------------------|----|

## CAPITULO III

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| RESULTADOS.....                     | 39 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 56 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....     | 59 |
| ANEXOS .....                        | 63 |

## LISTA DE GRÁFICAS

|                                                                                        |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 1. Porcentaje aportes por regiones producción mundial de RS año 2012.....      | 12. |
| Gráfico 2.Composición física de los residuos sólidos en Colombia .....                 | 13. |
| Gráfico 3. Recolección de residuos sólidos por usos.....                               | 16  |
| Gráfico 4. Generación de residuos sólidos en la unidad residencial fundadores.....     | 40  |
| Gráfico 5.Porcentaje de residuos aprovechables y no aprovechables.....                 | 40  |
| Gráfico 6. Porcentaje de tipos de papel en la unidad residencial fundadores.....       | 41  |
| Gráfico 7. Porcentajes de tipos de plásticos en la unidad residencial Fundadores ..... | 41  |
| Gráfico 8. Ingresos potenciales por año para el conjunto residencial .....             | 49  |
| Gráfico 9. Ahorro anual conjunto residencial por disminución de tarifa de aseo .....   | 50  |

## LISTA DE TABLAS

|                                                                                                                   |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Tabla 1. Valores típicos de PPC según el estrato socioeconómico.....                                              | 14      |
| Tabla 2.Recolección anual de residuos sólidos susceptibles de ser aprovechados. 2010 – 2011.....                  | 16      |
| Tabla 3. Composición física de los materiales aprovechables en Cali.....                                          | 17      |
| Tabla 4 y 5. Clasificación de los residuos sólidos en la unidad residencial Fundadores.....                       | 17 y 39 |
| Tabla 6. Flujo de fondos actual.....                                                                              | 46      |
| Tabla 7. Análisis coste-beneficio social con implementación de PGIRS y aprovechamiento de residuos orgánicos..... | 48      |
| Tabla 8. Impacto en recursos naturales / año .....                                                                | 51      |
| Tabla 9. Impacto en recursos naturales / año para la ciudad .....                                                 | 60      |
| Tabla 10. Datos de partida para la proyección en la Ciudad de Cali.....                                           | 62      |

## LISTA DE ANEXOS

|                   |    |
|-------------------|----|
| Encuestas.....    | 63 |
| Glosario.....     | 7  |
| Normatividad..... | 77 |

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

La producción de los residuos sólidos es inherente al desarrollo de la humanidad. Surgieron con ella y a medida que ha ido creciendo la población, la economía, la industrialización y la urbanización no planificada, también ha crecido la generación de residuos sólidos hasta convertirse actualmente en un gran problema ambiental, económico y social. La gran velocidad a la que hoy en día se producen, consumen y desechan nuevas cosas, así como el tipo de materiales con que se fabrican, la falta de educación y de gestión ambiental, hacen que nuestro sistema sea insostenible a todo nivel.

A nivel mundial, regional, nacional y local se han generado políticas para enfrentar y mitigar los efectos negativos de la problemática ambiental generada por los residuos sólidos. Existen referentes mundiales de países que han logrado un manejo de sus residuos sólidos, casi hasta llegar al nivel de “basura cero”, concepto que hasta hace pocos años era una utopía (GOBIERNO DE NUEVA ZELANDA, 2003).

En Colombia, el Ministerio del Medio Ambiente promovió la Política de Gestión Integral de Residuos sólidos a partir del año de 1997 (Minambiente, 1997). En la ciudad de Cali se ha promovido la política ambiental de Gestión Integral de Residuos Sólidos a través del Plan de gestión integral de residuos sólidos- PGIRS-(DAPM, 2009). Con éste instrumento se busca disminuir la cantidad de residuos sólidos que van a la disposición final en el relleno sanitario, a partir de 14 programas y 4 ejes transversales: Estrategia de Información, educación y comunicación, Gestión del riesgo, sostenibilidad y ECDBC-estrategia de desarrollo bajo en carbono-(DAPM- PGIRS 2015-2027).

Además del PGIRS planteado para la ciudad, existen 5 tipos de PGIRS para responder a las diferentes necesidades de los grandes generadores de residuos: Conjuntos residenciales, instituciones educativas, centros comerciales, empresas y eventos masivos.

En el presente trabajo se cuantificó, desde el punto de vista económico, los costos y beneficios económicos potenciales de la implementación del PGIRS para el conjunto residencial caso de estudio. Para este fin se utilizó como herramienta el análisis costo beneficio social.

Además, se estimó el impacto que puede generar el aprovechamiento del 100% de los residuos sólidos que son susceptibles de ser aprovechados, sobre algunos recursos naturales y afectados por el proyecto, como también la cantidad de empleo generado.

Se busca que el presente trabajo, incentive a los conjuntos residenciales para que implementen sus PGIRS, de modo que lo puedan ver como una inversión “rentable” no solo desde lo privado, sino también conocer otros beneficios que puede generar rentabilidad económica, ambiental y social.

## JUSTIFICACION.

La disposición de residuos sólidos en la tierra fue incluida en la Agenda 21 como una de las actividades que aportan a la generación de gases efecto invernadero-GEI, según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Secretaría sobre el Cambio Climático – UNFCCC-. En ésta agenda también se menciona que cada país y ciudad debe establecer sus programas para lograr un manejo adecuado de residuos sólidos, acorde con sus condiciones locales y sus capacidades económicas (Acurio y otros, 1997).

De acuerdo a la SUPERSERVICIOS, en Colombia se generan actualmente 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios, 32 departamentos) un 8% más con relación a lo generado en el año 2010. Del total de toneladas de residuos sólidos, el 85 %, podrían aprovecharse y no terminar en los rellenos sanitarios. El 40.7% del total se producen en las cuatro grandes ciudades capitales de Cundinamarca, Antioquia, Valle y Atlántico (Conpes, 2004), lo cual evidencia que se está ante un problema de connotaciones altamente urbanas.

Según el diagnóstico ambiental para el Valle del Cauca 2012 realizado por la CVC, se muestra como un 92.8% de los residuos municipales (2.433.5 ton/día) van al relleno sanitario regional de Colomba - El Guabal, en el municipio de Yotoco; el 6.1% (160 ton /día) a botaderos a cielo abierto, recuperación y aprovechamiento solo un 0.4% (11.3 ton/día) y en celdas de transición queda un 0.7% (17.7 ton /día).

En Cali se producen a diario aproximadamente 1.800 toneladas de residuos sólidos, lo que equivale a un promedio de 0,75 kg por habitante/día. La mayor cantidad de estos residuos, se produce en el sector residencial. De ese total, 297 toneladas podrían ser recicladas, lo que equivale a enterrar aproximadamente \$71'000.000 diariamente, \$2.130'000.000 al mes y \$25'560.000.000 al año (Cali en cifras, 2013-Fundacion Carvajal, 2013).

Durante el año 2014, la ciudad de Santiago de Cali, con una cobertura cercana al 100% del servicio público de aseo, generó en promedio 49.294 toneladas mensuales de residuos sólidos; las cuales también llegan al relleno de Yotoco que se encuentra a 62 kilómetros del casco urbano de la ciudad (DAPM, PGIRS 2015-2027).

En teoría uno de los objetivos del municipio es disminuir al máximo la cantidad de residuos sólidos que se lleven a disposición final en el relleno sanitario. Esto a través del programa municipal para la recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos 2015-2027, en el cual se hace énfasis en el aprovechamiento sobretodo de los residuos susceptibles de reciclar.

Sin embargo, todavía se está lejos de conseguir éstas metas; cada día que corre son 1.800 toneladas de residuos que se entierran a diario en la ciudad de Cali, con tan solo un 10% de residuos aprovechados (de un 30% potencial) (DAPM, 2013). En cuanto a los residuos orgánicos provenientes de los hogares, éstos componen el 60% de los residuos sólidos domiciliarios (Conpes, 2004) y también son susceptibles de aprovechar, aunque hasta ahora el municipio no haya hecho nada para esto.

A pesar de los esfuerzos municipales por promover una cultura de separación en la fuente, no es algo que los caleños tengan todavía entre las prioridades del hogar, justificándose muchas veces

en que al no existir una ruta selectiva para los residuos, todo se mezcla a la hora de la recolección por parte de los operadores de aseo y se pierde éste esfuerzo. Aunque en muchos sectores de la ciudad transitan los recicladores de oficio, ésta labor es insuficiente para desarrollarla eficientemente en toda la ciudad. Por tanto, es urgente para que la cadena del reciclaje funcione, masificar la recolección de los residuos aprovechables a través de la ruta selectiva. Además hace falta sensibilización, educación ambiental, incentivos y responsabilidad social con respecto al manejo integral de los residuos sólidos domiciliarios por parte de toda la comunidad.

Es pertinente mencionar que es clave para una óptima gestión de los residuos sólidos domiciliarios, el aprovechamiento de los residuos orgánicos, pues éstos componen en nuestra cultura el mayor porcentaje de los residuos totales; al mismo tiempo, que éstos residuos tienen un gran potencial tanto de contaminación como de aprovechamiento. Si el municipio de verdad tiene como objetivo de su política ambiental disminuir al máximo los residuos que van al relleno sanitario, se debe apuntar de manera contundente al aprovechamiento de los residuos orgánicos.

De aquí se deriva la importancia del presente estudio, puesto que el conjunto residencial elegido para éste trabajo es el único en la ciudad de Cali que está realizando un aprovechamiento de los residuos orgánicos de su comunidad con unos resultados exitosos. El potencial de aprovechamiento que tienen, según el PGIRS propio, asciende al 85% (COOFUNDADORES, PGIRS 2015) del total de residuos sólidos. Estas dos situaciones anteriores, sumadas al nivel de sensibilización y educación ambiental que ya tienen los habitantes del conjunto residencial, forman un contexto ideal para realizar una estimación de los beneficios que podrían llegar a tener los conjuntos residenciales en la ciudad de Cali con la implementación del PGIRS.

Es de suma importancia incentivar el manejo integral de los residuos sólidos en los conjuntos residenciales puesto que un número importante de la población urbana vive en ellos. Según Gustavo Jaramillo, gerente de la Lonja de Propiedad Raíz, aseguró que en Colombia el 40% de la población urbana vive en propiedad horizontal, cifra que en 20 años podría llegar al 60% (El País, 2013). Cada día los programas de promoción de vivienda apuntan a éste tipo de opción: los conjuntos residenciales. Esto quiere decir que cada día será más importante para la ciudad el impacto que los conjuntos residenciales realicen con el manejo de sus residuos sólidos.

A pesar de la existencia y de las exigencias de las normas que desde el año 2009 rigen sobre el manejo de los residuos sólidos domiciliarios en Cali y a nivel nacional (DAPM, 2009), todavía es poco el número de conjuntos residenciales que ya tienen el PGIRS funcionando al igual que el número de conjuntos que perciben algún tipo de incentivo por el manejo adecuado de los residuos sólidos a través de la disminución de la tarifa de aseo, que se logra por medio de la aplicación de la opción tarifaria de multiusuario.

Según Wilder Castillo, coordinador del grupo de residuos sólidos del DAGMA en 2015, “en Cali solo el 10% de los conjuntos residenciales están implementando el PGIRS, y de éstos hasta ahora ninguno ha realizado seguimiento de sus indicadores. Aproximadamente el 90% restante no está haciendo nada por el manejo adecuado de sus residuos”. En estudios realizados por la Alcaldía se muestra que el 31% de los administradores no conocen la opción tarifaria del multiusuario y del 69% que la conocen, sólo el 26% están afiliados (DAPM, 2009). Ni la alcaldía ni las empresas operadoras de Aseo motivan a los usuarios para que apliquen al cambio de opción tarifaria. Muestra de esto es la poca cantidad de multiusuarios que tienen en total, aplicando a ésta opción

tarifaria<sup>1</sup>.

Sin embargo, no existe la suficiente información, ni la claridad, ni la promoción ni de la figura de la opción tarifaria multiusuario ni de los beneficios económicos -vía disminución en la tarifa de aseo- que pueden tener los conjuntos residenciales al implementar el PGIRS.

Es importante que la comunidad que vive en conjuntos residenciales conozca todos los beneficios potenciales que trae el adecuado manejo de residuos sólidos a partir de la implementación del PGIRS y el aprovechamiento de los residuos orgánicos. De éste modo, es mucho más factible y rápido lograr la disminución de los volúmenes de desechos que llegan a los rellenos sanitarios.

Para los habitantes del conjunto residencial y para la administración del mismo, puede parecer en principio costosa la inversión que debe ser realizada para cumplir con la política del PGIRS, sin embargo cuando se comparan costos versus beneficios, la percepción cambia. Al comprender que un análisis más cuidadoso de programas ambientales pueden representar una mejor forma de defenderlos en lugar de citar cualquier tipo de análisis. La aceptación final a largo plazo de programas para proteger el ambiente depende de que las personas comprendan que sus costos merecen la pena. El enfoque de costo-beneficio, del tipo de mediación (*trade-off*) es la mejor manera de llevar a cabo esto.

---

<sup>1</sup> En beneficio de los usuarios del servicio público de aseo, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, según la Resolución 233 de oct 7 de 2002, Res No. 351 y 352 de 2005, ha desarrollado la opción de presentarse como un usuario agrupado (multiusuario) ante los prestadores del servicio, facilitando la medición de los residuos sólidos realmente producidos por este grupo de usuarios y que el cobro del servicio corresponda a su cantidad, peso y volumen. De este modo, todas las acciones que lleven a la disminución de los residuos sólidos que se lleva el carro recolector a disposición final en el relleno sanitario, redundarán en un ahorro en el valor de la factura de servicios públicos en el ítem del servicio de aseo; éste ahorro se convierte por tanto en el principal incentivo que pueden tener los conjuntos residenciales para implementar sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Cuantificar, desde el punto de vista económico, los costos y beneficios de la implementación del PGIRS y el aprovechamiento de los residuos orgánicos para el conjunto residencial caso de estudio.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el conjunto residencial caso de estudio.
- Valorar los costos y beneficios económicos asociados a la implementación del PGIRS y al aprovechamiento de los residuos orgánicos en el conjunto residencial caso de estudio.
- Socializar los resultados a través del observatorio de conflictos ambientales del área de gestión ambiental de la Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR- y con los habitantes del conjunto residencial objeto de estudio.

## ESTADO DEL ARTE

### Generación de Residuos Sólidos a nivel mundial

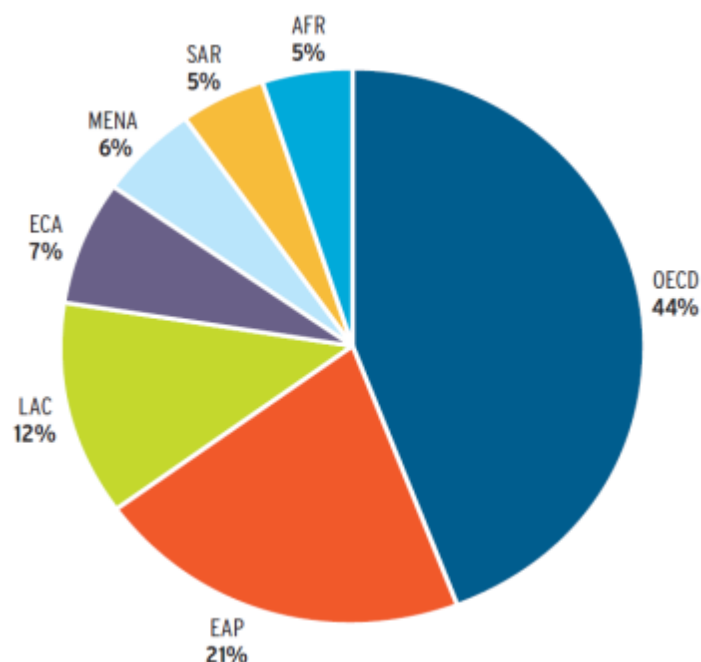
Aunque teóricamente el cálculo de la producción de Residuos Sólidos obedece a una fórmula sencilla donde intervienen una tasa de generación per cápita y la variable poblacional de la zona a caracterizar, al momento de realizar la cuantificación se encuentran dificultades relacionadas con el comportamiento socioeconómico de las comunidades, hábitos de consumo de los individuos y la clasificación de los RS.

La revisión global de la gestión de los residuos sólidos realizada por el Banco Mundial en el año 2012, estableció que para ese año las ciudades del mundo generaban un promedio de 1,3 billones de toneladas de residuos sólidos al año y se espera que la cifra llegue a 2,2 billones de toneladas al año 2025. En este reporte se estima que a diario cada habitante del planeta genera 1,2 kg de residuos sólidos, aunque existen grandes diferencias en la generación entre los diferentes países y ciudades del mundo. Un estudio realizado por el Banco Mundial en el año 2011 indica que en Estados Unidos la producción per cápita de residuos sólidos es de 2,08 Kg/hab-día, mientras el promedio en América Latina y el Caribe era de 0,93 Kg/hab-día. Lo anterior se origina a partir de una correlación entre la cantidad de residuos sólidos generados, los ingresos (Producto Interno Bruto, PIB) y el desarrollo de las ciudades (Sumanaweera, 2004).

La urbanización, la industrialización, el aumento de la población y el desarrollo económico son algunos de los fenómenos que están contribuyendo al aumento de los residuos, así como a que su complejidad y su peligrosidad sean cada vez mayores. Las cifras sobre las tasas de recolección de residuos sólidos urbanos no son menos alarmantes. La cobertura de los servicios de aseo en los países de ingresos bajos y medios puede no superar el 40%, mientras que en los países de ingresos altos alcanza el 98%. Algunos países de ingresos medios siguen deshaciéndose de sus residuos en vertederos escasamente regulados (UNEP, 2014).

Estudios recientes muestran que el crecimiento más rápido de la cantidad de residuos sólidos municipales (RSM) se registra en China, que superó a los Estados Unidos como mayor generador de residuos del mundo en 2004 y a otras zonas de Asia oriental y partes de Europa oriental y Oriente Medio. Las tasas de crecimiento de los RSM en estas regiones son similares a sus tasas de urbanización y de aumento del producto interno bruto. En general, con la urbanización de un país y la mejora de la salud de las poblaciones, aumenta el consumo de materiales inorgánicos (por ejemplo, plástico, papel, cristal, aluminio), mientras que disminuye la proporción relativa de materia orgánica (BM, 2013).

**Gráfico 1.**  
**Porcentaje de aportes por regiones producción mundial de RS año 2012**



**Fuente: Hoornweg y Bhada-Tata 2012.**

En América Latina y el Caribe (ALC), el Informe de la Evaluación Regional del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos (EVAL 2010) estimó que la generación per cápita de residuos sólidos domiciliarios (RSD) alcanza a 0,63 kg/hab-día, mientras que la RSM asciende a 0,93 kg/hab-día. (BID-AIDIS-OPS, 2011).

Entre las principales alternativas de aprovechamiento de los residuos antes de su disposición final se pueden mencionar el compostaje, reciclaje y tratamiento térmico, incluyendo, en algunos casos, técnicas de aprovechamiento energético de los desechos. Si bien estas actividades son todavía incipientes en América Latina y el Caribe, son ampliamente usadas en los países desarrollados. El tratamiento de los residuos es más factible a partir de su separación. En la actualidad en ALC, el reciclaje formal en plantas de separación es casi inexistente. El reciclaje informal, por su parte, está muy extendido, pero se desconocen con precisión las cantidades recicladas. El compostaje, emprendido en numerosas oportunidades en ALC, podría recibir un fuerte impulso con el uso de fondos de carbono (BID-AIDIS-OPS, 2011).

La EVAL 2010 estimó que los residuos del 54,4% de los habitantes de América Latina y el Caribe se disponen en rellenos sanitarios, un aumento significativo con respecto al 22,6% registrado en 2002. Al mismo tiempo, el uso de vertederos a cielo abierto disminuyó del 45,3% al 23,3%. Quizás las principales razones que explican este fenómeno estén dadas por el fuerte impulso que algunos países han dado a la normativa, obligando al cierre de vertederos a cielo

abierto no controlados y definiendo específicamente las características técnicas que debe tener una solución adecuada de disposición final. (BID-AIDIS-OPS, 2011).

### **Generación de residuos sólidos en Colombia**

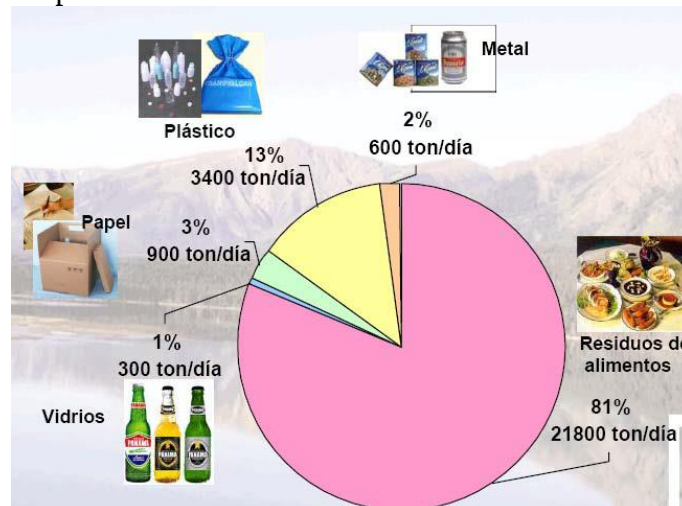
De acuerdo a la SUPERSERVICIOS, en Colombia se generan actualmente 27.500 toneladas/día de residuos sólidos (1086 municipios, 32 departamentos) un 8% más con relación a lo generado en el año 2010. Del total de toneladas de residuos sólidos, el 85 %, podrían aprovecharse y no terminar en los rellenos sanitarios. El 40.7% del total se producen en las cuatro grandes ciudades capitales de Cundinamarca, Antioquia, Valle y Atlántico (Conpes, 2004), lo cual evidencia que se está ante un problema de connotaciones altamente urbanas.

Según el Informe de Seguimiento de la Gestión de Residuos Sólidos en Colombia (Contraloría General de la Nación, 2.003), el 75%, de los residuos sólidos son de origen residencial o domiciliario, precisamente de donde proviene gran parte del material (potencialmente reciclable) que aprovechan los recuperadores, en las ciudades capital como Medellín, Cali y Bogotá D.C.

De acuerdo con el CONPES, el componente principal de los residuos sólidos en Colombia es la materia orgánica con un 60-65% (Restos de preparación de alimentos, sobras de alimentos, madera); el conjunto del plástico, vidrio, papel, cartón, metales, corresponde a un 24 %; el caucho, textiles, escombros, patógenos y peligrosos involucran el 11% restante (Conpes, 2004). De esta composición se infiere que, nacionalmente, el porcentaje reciclable es del orden del 25%, pero varía de acuerdo con las condiciones geográficas y económicas de la población.

Con relación al estudio realizado por el ministerio de Ambiente, Vivienda y desarrollo territorial y el presentado por Marmolejo se observa que la generación de residuos sólidos orgánicos va en ascenso con relación a años anteriores. Según éste estudio, en Colombia se genera alrededor del 81% de residuos sólidos orgánicos, como se evidencia en la siguiente Gráfica:

**Gráfico 2**  
Composición física de los residuos sólidos en Colombia



**Fuente: Marmolejo (2004)**

Según los resultados de la encuesta de hogares realizada por el Departamento Nacional de Estadísticas (DANE) desde el año 2009 al 2013, la cobertura promedio del servicio de aseo en los últimos cinco años ha sido de 96,5% para el área urbana y de 20,4% para la zona rural, con un incremento del 2,54% y del 13,61% respectivamente, entre los años 2008 a 2012. Estos avances permitieron que Colombia se situara por encima del porcentaje regional de cobertura en recolección de residuos sólidos, acorde al EVAL 2010, donde el país aparece con un 98,9% de cobertura en recolección de residuos sólidos

El análisis del comportamiento fundamental en la gestión de residuos sólidos y la disposición final, está asociado con la tasa de generación de residuos y con la cantidad presentada por el generador al servicio público de aseo, la cual mantiene una tendencia de crecimiento; en el año 2013 aumentó 0,7% con respecto al 2011 y 8,4% con respecto al 2012; vale la pena mencionar que con el tiempo se han optimizado los procesos de registro y pesaje en los rellenos sanitarios.

El 71,6% del total de municipios, entrega el 89,3% del total de residuos a rellenos sanitarios. Por su parte, el 14,8% del total de municipios, entrega el 2,7% del total de residuos a botaderos. Además, el 5,2% del total de municipios, entrega el 1,1% del total de residuos a plantas integrales (SSPD, 2013). Lo anterior, evidencia un porcentaje bajo de aprovechamiento de residuos sólidos en plantas especializadas, lo cual representa que la fracción aprovechable está siendo enterrada, quemada o arrojada a las fuentes hídricas.

Debido a la anterior situación, El Plan Nacional de Desarrollo colombiano 2010-2014 se enfocó en aumentar el número de municipios que disponen sus residuos en forma adecuada e implementar soluciones integrales de residuos sólidos que incluyan, además, el aprovechamiento.

Otro aspecto importante de la disposición final de residuos sólidos es la regionalización de dicha actividad. El informe de la SSPD en el año 2013 encontró que el 67% del total de municipios (733 de 1.102) se sirve de sistemas regionales y en estos se dispone el 90% del total de los residuos presentados en el país (24.014,3 ton/día de 26.726 ton/día). Por su parte, el 33% de los municipios se sirve de sistemas individuales o municipales, en los cuales se dispone el 10% del total de los residuos presentados en el país.

En cuanto a la producción per cápita de los residuos, existe una variación de la PPC de acuerdo al comportamiento de los habitantes según su estrato socioeconómico. Los valores promedios para Colombia están dados como sigue en la tabla.

**Tabla 1.**

**Valores típicos de PPC según el estrato socioeconómico**

| <b>Estrato</b> | <b>PPC (Kg/[habitante*día])</b> |
|----------------|---------------------------------|
| 1-2            | 0.40                            |
| 3-4            | 0.60                            |
| 5-6            | 1.10                            |

**Fuente: Zafra, 2009**

## **Generación de residuos sólidos Valle del Cauca**

Según evaluación realizada por la contraloría Departamental del Valle del Cauca, se recomienda que el eje estratégico ambiental del Plan de Desarrollo 2012-2015 de la Gobernación del Valle, debe estar articulado al PGAR (Plan de Gestión Ambiental Regional).

Según el diagnóstico ambiental para el Valle del Cauca 2012 realizado por la CVC, se muestra en la Situación ambiental No. 5, la generación, el manejo y la disposición inadecuada de los residuos sólidos, desde los ordinarios hasta los peligrosos. Muestra como un 92.8% de los residuos municipales (2.433.5 ton/día) van al relleno sanitario, el 6.1% (160 ton /día) a botaderos a cielo abierto, recuperación y aprovechamiento solo un 0.4% (11.3 ton/día) y en celdas de transición queda un 0.7% (17.7 ton /día).

Se resalta la manera en que los residuos sólidos deterioran progresivamente la cuenca del Río Cauca, patrimonio cultural y ambiental de la Nación, limitando la utilización del recurso hídrico como fuente de agua para consumo humano y otros usos antrópicos y ecológicos. Como contaminación puntual, se generan condiciones críticas relacionadas con microorganismos patógenos, materia orgánica, sólidos, nutrientes y contaminantes químicos. Como contaminación difusa, se generan condiciones críticas relacionadas con sólidos, nutrientes, agroquímicos, metales pesados, elementos de corta duración con altas cargas contaminantes.

## **Generación de residuos sólidos para Cali**

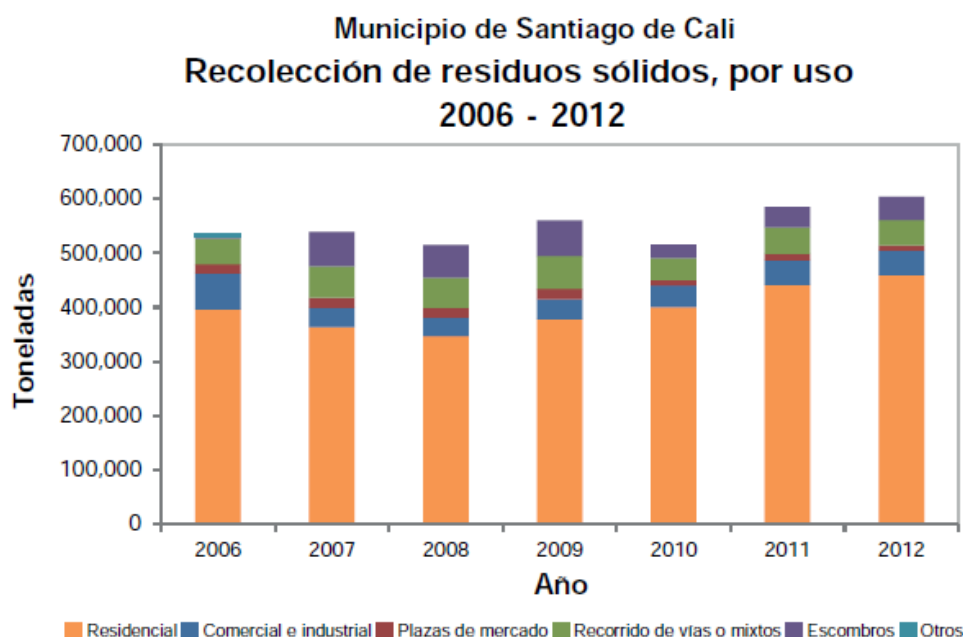
Durante el año 2014, la ciudad de Santiago de Cali, con una cobertura cercana al 100% del servicio público de aseo, generó en promedio 49.294 toneladas mensuales de residuos sólidos, cuyo tránsito debe pasar por la Estación de Transferencia ubicada en el corregimiento de Rozo, municipio de Palmira, para finalmente ser conducidos al sitio de disposición final en el relleno sanitario regional de Colomba - El Guabal, en el municipio de Yotoco, departamento Valle del Cauca, a 62 kilómetros del casco urbano de la ciudad de Cali, acorde a la información recibida por parte de los Prestadores del Servicio Público de Aseo en la ciudad.

En Cali se producen a diario aproximadamente 1.800 toneladas de residuos sólidos, lo que equivale a un promedio de 0,75 kg por habitante/día. La mayor cantidad de estos residuos, se produce en el sector residencial (Cali en cifras, 2013).

Del total de residuos sólidos municipales, más del 60% son residuos sólidos domiciliarios, tal como lo muestra el siguiente gráfico 3.

La empresa de servicios varios EMSIRVA S.A. ESP, realizó en el año 2007 un estudio socio económico que permitió definir la composición física de los residuos potencialmente aprovechables generados en Santiago de Cali, como se muestra en las tablas. Se observa que la ciudad generó más de 200 toneladas diarias de material potencialmente aprovechable en el año 2007. La información actual indica que en Santiago de Cali, durante el año 2011, se aprovecharon 400 toneladas de material reciclable, lo cual, en comparación con la totalidad de residuos generados en el año 2011 (577.331 Toneladas), solo representa un 0,07%, indicando un bajo nivel de aprovechamiento en la ciudad (Cali en Cifras, 2013).

**Gráfico 3.**  
**Recolección de residuos sólidos por usos**



Fuente: (Cali encifras, 2013)

**Tabla 2.**  
**Recolección anual de residuos sólidos susceptibles de ser aprovechados. 2010 – 2011**

| Tipo de Material           | kg             |                |
|----------------------------|----------------|----------------|
|                            | 2010           | 2011           |
| <b>RECOLECCIÓN</b>         | <b>297,948</b> | <b>460,333</b> |
| <b>APROVECHADOS</b>        | <b>259,085</b> | <b>400,289</b> |
| PVC                        | 33,112         | 50,817         |
| Papel                      | 14,484         | 36,185         |
| Plástico de baja           | 1,713          | 12,278         |
| Cartón                     | 73,746         | 117,266        |
| Chatarra                   | 1,327          | 5,257          |
| Documentación confidencial | 22,684         | 11,025         |
| Pasta                      | 3,047          | 17,042         |
| Plegadiza o cartón de baja | 49,771         | 75,602         |
| Periódico                  | 2,576          | 7,069          |
| Pet                        | 10,062         | 11,165         |
| Radiografía tradicional    | 1,200          | 463            |
| Radiografía digital        | 1,171          | 479            |
| Vidrio                     | 44,192         | 55,641         |
| <b>NO APROVECHADOS</b>     | <b>38,863</b>  | <b>60,043</b>  |

Fuente: MAS AMBIENTE SAS

Respecto a las características de los residuos sólidos, se destacan los principales resultados obtenidos en la caracterización realizada en el año 2006, donde se aprecia que alrededor del 60%

de los residuos generados en la ciudad provienen de alimentos procesados y sin procesar, un material con gran potencial de aprovechamiento, siendo una de las grandes conclusiones de ese estudio, pues los residuos de comida son el componente generado en mayor cantidad en todos los estratos socioeconómicos. Además, el 20% de los residuos sólidos residenciales generados en la zona urbana está constituido por papel, cartón, plástico, vidrio y metales.

**Tabla 3.**  
**Composición física de los materiales aprovechables en Cali.**

| <b>Composición física de los materiales aprovechables en Cali</b> |                                 |                 |         |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|---------|
|                                                                   | % del total de Residuos sólidos | % por categoría | ton/día |
| Papel                                                             | 3,84                            | 20              | 53,2    |
| Cartón                                                            | 2,39                            | 12              | 31,79   |
| Bolsas y empaques                                                 | 6,93                            | 35              | 92,97   |
| plástico soplado                                                  | 3,21                            | 16              | 42,56   |
| vidrio                                                            | 2,56                            | 11,5            | 30,59   |
| metales                                                           | 1,06                            | 5,6             | 14,9    |
| totales                                                           | 19,99                           | 100             | 266     |

Fuente: (EMSIRVA ESP, 2007)

#### **Generación de residuos sólidos en el conjunto residencial caso de estudio**

Para el objeto de estudio del presente trabajo, tenemos que se genera semanalmente un total de 1947 kilos de residuos solidos totales, lo cual al año significan 93.456 kilos. El 85 % de los residuos generados en la unidad residencial Fundadores son aprovechables (Compostables y Reciclables), los cuales en su gran mayoría son residuos orgánicos de rápida degradación. Tan solo el 15% no es recuperable y está compuesto en su gran mayoría por residuos higiénicos y desechos de mascotas.

**Tabla 4.**  
**Clasificación de los residuos sólidos en la unidad residencial Fundadores.**

| <b>Tipo de Residuo</b>    | <b>kg</b> | <b>m<sup>3</sup></b> | <b>%</b> |
|---------------------------|-----------|----------------------|----------|
| <b>Vidrio</b>             | 56,5      | 0,226                | 2,9      |
| <b>Papel</b>              | 96        | 0,384                | 4,9      |
| <b>Cartón</b>             | 34,5      | 0,138                | 1,8      |
| <b>Plástico</b>           | 103       | 0,412                | 5,3      |
| <b>Aluminio</b>           | 4,1       | 0,0164               | 0,2      |
| <b>Chatarra</b>           | 14        | 0,056                | 0,7      |
| <b>Madera</b>             | 2         | 0,008                | 0,1      |
| <b>Residuos de jardín</b> | 65        | 0,26                 | 3,3      |
| <b>Residuos de comida</b> | 725,4     | 2,9016               | 37,3     |

|                                |       |        |       |
|--------------------------------|-------|--------|-------|
| <b>Higiénico</b>               | 133   | 0,532  | 6,8   |
| <b>Otros</b>                   | 133,4 | 0,5336 | 6,9   |
| <b>RESPEL</b>                  | 3,1   | 0,0124 | 0,2   |
| <b>Tetrapack</b>               | 5     | 0,02   | 0,3   |
| <b>Desechos de mascotas</b>    | 29    | 0,116  | 1,5   |
| <b>Biorresiduos Compostera</b> | - 334 | 1,336  | 17,2  |
| <b>Jardín</b>                  | 209   | 0,836  | 10,7  |
| <b>Total</b>                   | 1947  | 7,788  | 100,0 |

Este es un panorama no muy positivo y menos después de la experiencia que quedó de Navarro, considerado en el plan de desarrollo del 2012 del Departamento del Valle como uno de los grandes pasivos ambientales de la Región. A pesar de que hoy en día en el relleno sanitario de Yotoco existe un mejor manejo técnico, (ya no es vertedero a cielo abierto sino relleno sanitario) infortunadamente no hay posibilidad, como existía en Navarro, de que los recicladores recuperen al menos una parte de lo que los ciudadanos no separan y se podría aprovechar. Sencillamente, todo lo que se lleva el carro recolector se entierra. La única oportunidad que tienen los recicladores de tomar el reciclaje es antes de que el carro recolector se lleve los residuos y esto implica la participación de la ciudadanía para facilitar su trabajo.

A raíz del proceso de desalojo de recicladores de Navarro en el 2008, más de 3.000 familias de recicladores lograron ser reconocidos por el Gobierno como actores importantes en la cadena del reciclaje. En Cali, actualmente hay 2.405 recicladores y 359 bodegueros, según el censo de caracterización de la población que vive de los residuos sólidos en la capital del Valle realizado por el Departamento de Planeación Municipal. El Gobierno se comprometió a garantizarles espacio dentro de la cadena de valorización de los residuos sólidos del municipio a través del componente de responsabilidad social de los PGIRS, logro que obtuvieron con la Sentencia N° T-291 de 2009, la cual busca formalizar, tecnificar y dignificar su oficio de reciclador. A partir de éste proceso, los recicladores se organizaron en 16 asociaciones para iniciar su participación formal en la cadena del reciclaje que se venía fortaleciendo.

A raíz de la problemática anterior, la alcaldía promueve la recuperación y el aprovechamiento de los residuos sólidos a través de la cultura de las 3 erres (reducir, reutilizar y reciclar) y de separación en la fuente, la cual busca disminuir la disposición final de residuos sólidos. Se plantea una ruta selectiva para recoger el reciclaje, donde los recicladores tienen participación, de modo que se cumpla con el principio de inclusión social. Finalmente se plantea el aprovechamiento máximo de los residuos susceptibles de aprovechar, a través de las distintas industrias de transformación del reciclaje y en parte de los residuos orgánicos. Se puede ver que para el caso de los residuos orgánicos no se incluye (o al menos no por ahora), el compostaje para el sector de los hogares, siendo éste el más representativo de todos en la composición de la generación de los mismos y de la ciudad.

Según Espolito Murillo, Representante de la ARC (Asociación de Recicladores de Cali) en 2015, “hace muchos años (entre 15 y 30 años algunos) los recicladores vienen realizando de manera informal, el reciclaje en los conjuntos residenciales. Se han realizado campañas de promoción en

la fuente para que los conjuntos residenciales realicen convenios con las organizaciones de recicladores oficiales y permitan que éstos extraigan el material y lo comercialicen para conseguir su sustento. El conjunto residencial recibe en contrapartida por ésta oportunidad, un certificado de donación de la organización a la que pertenece el reciclador, que le sirve como un reconocimiento por su responsabilidad social. En muchas ocasiones los recicladores realizan voluntariamente, y a manera de contrapartida, labores de aseo en las UAR (Unidades de almacenamiento de residuos)”.

### **Beneficios del aprovechamiento de los residuos sólidos**

El aprovechamiento de los residuos genera beneficios en la esfera ambiental, económica y social, tal como se describe a continuación:

#### **Beneficios ambientales:**

- Ahorro de energía y materia primas
- Reducción de la contaminación al medio Ambiente.
- Incrementan la vida útil de los rellenos sanitarios.
- Reducción de la tala de Bosques.
- Menor emisión de gases.
- Mejora la estética de la ciudad.

#### **Beneficios Sociales:**

- Ingresos a miles de familias dedicadas al reciclaje y/o recuperación
- Control de propagación de enfermedades.

#### **Beneficios Económicos:**

- Disminución de la tarifa de aseo.
- Material de mejor calidad, mejor venta.

### **Beneficios para los conjuntos residenciales a partir de la implementación del PGIRS**

El adecuado desarrollo del PGIRS espera generar una serie de beneficios económicos y ambientales para el conjunto residencial, los cuales contribuyen igualmente al bienestar de la comunidad y al fortalecimiento del sentido de pertenencia de los habitantes del conjunto con su lugar de residencia:

1. Alcanzar el máximo aprovechamiento posible de los residuos sólidos generados en el conjunto residencial, ya sea por medio de obtención de enmiendas y abonos orgánicos a partir de los biorresiduos (proceso de compostaje) o por medio de la comercialización de los residuos que puedan ser recuperados para la cadena productiva, por medio de procesos como el reciclaje.
2. Obtención de recursos económicos por medio de la comercialización del material aprovechable recuperado de cada una de las viviendas y almacenado para su venta en grandes cantidades, contribuyendo no solo a una rápida recuperación de la inversión

inicial, sino a la obtención de ingresos extra en el mediano y largo plazo, para el sostenimiento del programa y otras actividades propias del conjunto residencial.

3. Registro del conjunto residencial como multiusuario de aseo ante la empresa de recolección de residuos sólidos. El mayor beneficio que representa ser multiusuario consiste en pagar el servicio por los residuos generados en cantidades reales, de forma que su medición sea el elemento principal de la tarifa. Por lo tanto, si el usuario disminuye su producción, a través de labores como la separación en la fuente y el reciclaje, el valor de la factura se reducirá.
4. Integración del conjunto residencial al Plan de Gestión de Residuos Sólidos- PGIRS-Municipal y su "Programa Municipal de recuperación y aprovechamiento de residuos sólidos".
5. Consolidación de una cultura de conservación y preservación ambiental al interior del conjunto residencial.
6. Reconocimiento del conjunto residencial dentro del municipio como un sitio ambientalmente responsable, que aprovecha al máximo los residuos que genera y que puede servir como modelo para la implementación de este tipo de prácticas en otros lugares con condiciones similares.

Hasta ahora para los administradores de los conjuntos residenciales no es un tema prioritario la implementación del PGIRS, a menos que el DAGMA realice una visita que les exija iniciar el proceso de implementación. Hasta ahora solo lo ven como un costo más y no como una inversión productiva. No existe la suficiente educación ni sensibilización respecto al tema.

En casos de estudio en Bogotá, se han registrado disminuciones en las tarifas de aseo hasta de un 50% para los usuarios que aplican a la opción tarifaria del multiusuario después de haber implementado el PGIRS (Ramírez, Camila, 2006).

En Colombia existen pocos casos de estudio fundamentados académicamente, con respecto al tema de la aplicación de la opción tarifaria multiusuario. A continuación se referencia uno de los estudios a nivel de Colombia, más completos respecto al tema y que ayuda a tener una buena fundamentación para el presente análisis.

### **Estudios previos sobre el manejo integral de residuos sólidos en conjuntos residenciales en Colombia. Análisis de la aplicación del sistema tarifario multiusuario de saneamiento: el caso de la ciudad de Medellín**

Dado que en la ciudad de Cali no existen estudios previos relacionados con el tema objeto de estudio del presente trabajo, se tomó como referencia el caso de Medellín; sobre todo para el cálculo de los beneficios vía disminución de la tarifa de aseo, como para mostrar la importancia de los incentivos para lograr la participación de la ciudadanía en la implementación del PGIRS. En contraste con la ciudad de Cali, en Medellín se logró un impacto importante de la

implementación del PGIRS, lo cual lo demuestran las estadísticas del presente estudio. Es importante conocer que pudo haber permitido el alcance de esos resultados y ganar comprensión sobre lo que hace falta por hacerse en Cali para que los conjuntos residenciales implementen sus PGIRS.

En éste trabajo, se presenta un análisis de los efectos de la aplicación del sistema tarifario multiusuario de saneamiento en las unidades residenciales de estratos altos de la ciudad de Medellín. La ciudad experimentó una reducción del 24,6% en el total de toneladas dispuestas durante el período comprendido entre 2006 y 2009 (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios 2009). Esta disminución pudo ser ocasionada por la convergencia de distintos factores tales como: la adopción, desde el 2006, del PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos) para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la entrada en vigencia de la Resolución 526 de 2004 y la implementación del sistema tarifario multiusuario de saneamiento. La puesta en operación de estos planes, normativas y estructuras tarifarias han dado origen, a su vez, a proyectos de capacitación y educación ciudadana en el manejo integral de desechos y al fortalecimiento de asociaciones para el aprovechamiento del material reciclable, que han favorecido la disminución de la producción de residuos sólidos en Medellín. En cuanto a las tasas de adopción del sistema tarifario multiusuario se determinó que el 44% de las unidades residenciales encuestadas se encontraban acogidas al sistema.

En lo referente a las tasas de aseo, las unidades acogidas al sistema experimentaron una reducción tarifaria del 67%. Antes de su implementación, un suscriptor residencial pagaba en promedio una tasa de \$31 675 mensuales, pero con la aplicación de la opción multiusuario, dicha tarifa disminuyó a un promedio de \$10 311. Particularmente se aprecia que, posterior a la adopción, el 56% de las unidades residenciales percibieron una tarifa inferior a \$10 000 mensuales, un 41% de los suscriptores se ubicaron en el rango de \$10 001 y \$20 000 y ningún usuario sobrepasó los \$30 000 mensuales.

La utilización de incentivos en la gestión ambiental ha ganado terreno en la última década a nivel mundial (Acquatella 2001). En esa línea, en el caso del servicio público domiciliario de saneamiento en el área metropolitana de Medellín, se implementó el sistema tarifario multiusuarios, el cual es un incentivo económico orientado a reducir la generación de desechos sólidos y, a su vez, incrementar la separación de residuos en la fuente.

Para acogerse al sistema multiusuario, la iniciativa de adelantar los trámites ante la empresa prestadora del servicio de aseo provino, en un 45% de los casos, de los administradores, mientras que los copropietarios sugirieron o se involucraron en tan solo el 5% de las solicitudes adelantadas. Una de las percepciones más generalizadas, entre los administradores de estas unidades, era que la tarifa tenía un carácter obligatorio, por lo que, a la pregunta sobre las razones por las cuales decidieron implementar el sistema, un 16% de las respuestas estaban asociadas a una supuesta obligatoriedad de la norma. Respecto a las ventajas asociadas a la implementación de la opción multiusuario se halló que, para un 35% de los encuestados, el principal beneficio percibido era la disminución en la tasa de saneamiento, seguida por las consideraciones ambientales con un 14%.

Además de los beneficios económicos, un segundo aspecto que moviliza el interés en el sistema son las consideraciones ambientales. La preocupación por el medio ambiente es una de las

razones manifestadas por los adoptantes de la tarifa multiusuario lo que se debe, en parte, al rol de los asesores ambientales, quienes ayudaban en la elaboración de planes de manejo integral de residuos sólidos (PMIRS) e informaban a los administradores sobre las bondades de la tarifa.

En la muestra también se incluyeron unidades residenciales no acogidas al sistema. En estos conjuntos se encontró que no adoptar la tarifa obedecía, por un lado, a no tener los recursos e instalaciones exigidas por la norma (34%) y, por otro, a un desconocimiento de la opción tarifaria y su aplicación (22%). Este aspecto justifica la importancia de tener un análisis beneficio-coste que resalte incluso la posibilidad de asumir el programa como una inversión rentable financiera, económica, social y ambiental. Aún con las limitaciones de infraestructura y desconocimiento, el 90,2% de los administradores hizo explícita la intención de implementar, a futuro, el sistema tarifario multiusuario, por razones tales como la disminución en la tarifa (40,5%) y el cuidado del medio ambiente (32,4%) (Uribe y otros, 2011).

Un tercer aspecto a resaltar se relaciona con el cumplimiento de criterios exigidos por la norma para optar por la opción multiusuario de saneamiento. Las unidades de estratos altos tienen una mayor probabilidad de cumplir con dichos requisitos. Ello hace pensar, naturalmente, en que se deben buscar mecanismos que faciliten que todas las unidades residenciales puedan cumplir con normas y exigencias de modo que esto no sea una barrera para optar por la aplicación del sistema.

Adicionalmente, los suscriptores evalúan el costo de transacción de las actividades de reciclaje, para lo cual se debe trabajar en la conveniencia y facilidad de desechar este tipo de materiales al interior de la unidad residencial. Sobre este punto, el estudio de Jenkins et al. (2000) determinó que los programas de reciclaje en donde se recoge el material directamente en los hogares es un 20% más efectivo que aquellos programas donde las personas deben llevar el material reciclado a un sitio de depósito. Así mismo, estos desechos, producto del reciclaje, tienen que encontrar una salida al mercado, por lo que las cadenas productivas y las redes locales de reciclaje juegan un papel primordial en recoger los materiales, comercializarlos, aprovecharlos y transformarlos.

Los datos arrojados por el estudio constituyen una base sólida para comprender la penetración de la opción tarifaria multiusuario en Medellín. Estos resultados están relacionados con las características demográficas de la población estudiada, es decir, los estratos más altos. Primero, desde una perspectiva racional-económica, es, en estos estratos, donde se genera una mayor reducción tarifaria. Es notorio que la principal ventaja percibida de la implementación de la opción tarifaria multiusuario es la disminución de la tasa de saneamiento cargada a los usuarios.

### **Marco normativo para los conjuntos residenciales**

Basado en la información contenida en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS 2015 -2027 del Departamento Administrativo de Planeación Municipal – DAPM se resume lo siguiente:

El actual marco normativo de la gestión de residuos sólidos actual tiene su origen en el Decreto Ley 2811 de 1974 (Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente) y a la Ley 9 de 1979 (Código Sanitario Nacional). 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. 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 domiciliario de aseo, con el fin de asegurar su prestación eficiente, bajo la responsabilidad de los municipios y distritos.

Adicionalmente, se planteó la necesidad de crear una política nacional para el manejo de los residuos sólidos, basada en la gestión integral y en la prestación del servicio de aseo de manera planificada. Es así como se diseñó una estrategia para el desarrollo de instrumentos normativos, técnicos y de capacitación, establecida en el Decreto 1713 de 2002, el cual articula el componente ambiental del manejo de los residuos sólidos mediante la prestación del servicio público de aseo

□ En la búsqueda de soluciones, el Gobierno Nacional promulgó además la Resolución 1045 de 2003, a través de la cual comprometió a los municipios con la formulación e implementación de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). En coherencia con la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) y en armonía con los lineamientos planteados a nivel mundial en eventos como la Cumbre de Río y la Cumbre de Johannesburgo, se definió la jerarquía para la gestión de los residuos sólidos, que integra, en su orden, la reducción en la generación, su aprovechamiento y valorización, el tratamiento y la disposición final (Marmolejo et al., 2010).

En el año 2013, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible emitieron el Decreto 1077 del 2015, por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y se reestructuran los componentes de la gestión de residuos sólidos, exceptuando la actividad de Disposición Final de Residuos Sólidos y excluyendo también la Gestión de Residuos Peligrosos, los cuales seguirán estando regidos por el Decreto 4741 de 2005.

Asimismo, 11 meses después, los mismos Ministerios presentaron la Resolución 0754 del 25 de Noviembre de 2014, por la cual se adoptó la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los PGIRS, la cual fue tomada como referencia para la elaboración del PGIRS 2015-2027. Dentro de esta normativa se encuentran los diferentes manuales de PGIRS para los grandes generadores de residuos, entre los que se encuentran: Conjuntos residenciales, instituciones educativas, centros comerciales, empresas y eventos masivos. En estos manuales se encuentran los pasos el diseño y la implementación del PGIRS de cada uno de estos generadores.

En beneficio de los conjuntos residenciales, usuarios del servicio público de aseo, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA, según la Resolución 233 de oct 7 de 2002, Res No. 351 y 352 de 2005, ha desarrollado la opción de presentarse como un usuario agrupado (multiusuario) ante los prestadores del servicio, facilitando la medición de los residuos sólidos realmente producidos por este grupo de usuarios y que el cobro del servicio corresponda a su cantidad, peso y volumen. De este modo, todas las acciones que lleven a la disminución de los residuos sólidos que se lleva el carro recolector a disposición final en el relleno sanitario, redundarán en un ahorro en el valor de la factura de servicios públicos en el ítem del servicio de aseo; éste ahorro se convierte por tanto en el principal incentivo que pueden tener los conjuntos residenciales para implementar sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

## **MARCO TEÓRICO**

### **Economía Ambiental**

El presente trabajo toma como marco de referencia teórica a la Economía ambiental. Es pertinente desarrollar algunos de sus principios, de tal manera que se puedan utilizar en realidad para manejar problemas de un mundo real como los analizados en éste estudio de caso. Aunque los principios pueden parecer abstractos y extraños para los no economistas, recuérdese el objetivo: obtener un ambiente natural más limpio, más saludable.

No obstante, es importante aclarar que ninguna de las herramientas generadas por la Economía Ambiental está exenta de dificultades metodológicas, como de críticas éticas que se reciben desde otros enfoques alternativos (por ejemplo, de la economía ecológica). Sin menospreciar esos problemas, la evaluación económica de impacto ambiental debe tomarse como un instrumento útil para la toma de decisiones, complementario a otros instrumentos, tales como los Estudios de Impacto Ambiental.

Siguiendo de cerca a Barry Field, La economía ambiental trata el estudio de los problemas ambientales con la perspectiva e ideas analíticas de la economía. Se pudo haber pensado que la economía se ocupa en su mayor parte de decisiones de negocios y de cómo obtener rendimientos en un sistema capitalista. Este no es el caso. La economía es, más bien, el estudio de cómo y por qué “las personas”, bien sean consumidores, firmas, organizaciones sin ánimo de lucro o agencias gubernamentales, toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos. La economía se divide en microeconomía y macroeconomía. La primera, estudia el comportamiento de los individuos o pequeños grupos, mientras la macroeconomía, se concentra en el análisis del desempeño económico de las economías como un todo. La economía ambiental se sitúa en los dos campos, pero sobre todo en el de la microeconomía. Se concentra principalmente en cómo y por qué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales. Además, se ocupa de estudiar las maneras como se pueden cambiar las políticas e instituciones económicas con el propósito de equilibrar un poco más esos impactos ambientales con los deseos humanos y las necesidades del ecosistema en sí mismo.

### **Teoría del consumidor y racionalidad económica**

La teoría del consumidor es una parte de la economía que estudia el comportamiento de los agentes económicos tales como: familias, consumidores, empresas (Pyndick y Rubinfeld, 1995). El problema básico de la teoría del consumidor es el de reflexionar sobre los elementos explicativos del bienestar en relación de la actividad de consumo. Preguntas como: ¿qué comprar?, ¿en qué cantidades?, ¿qué tipo de transporte tomar a casa? Al preguntarnos cómo se toman todo tipo de decisiones realmente importantes en la cotidianidad, se consideran dos cosas: las preferencias y la restricción presupuestaria o del ingreso. (Ortega, 2008).

Racionalidad: A partir de las preferencias y las restricciones se reconoce que, un individuo es racional en el consumo, si cumple con algunos criterios: 1. Conoce todas las alternativas de elección posible, 2. Es capaz de valorarlas 3. Elige de forma tal que su criterio de elección es óptimo

Por parte de la teoría económica, la racionalidad como principio permite el logro de la maximización de la utilidad obtenida mediante el consumo. No obstante, la evidencia empírica plantea que los comportamientos de los individuos no son necesariamente racionales en primera instancia, dependiendo de los incentivos de consumo. De alguna forma, los individuos realizan valoraciones subjetivas, pero en la medida que las realizan, estas tienden a ser racionales. Enfoques como la economía experimental plantean que los individuos toman decisiones de consumo que no están regidas por el concepto de la racionalidad económica.

Usualmente se supone que un consumidor racional idealizado conoce de antemano la renta disponible y planifica su consumo durante un cierto período de tiempo eligiendo consumir en él una cantidad que maximiza su "satisfacción" y a la vez cumple la restricción presupuestaria de que el coste de las cantidades consumidas no supera el ingreso disponible (Pindyck, 2003).

Incentivos: La conducta de los individuos responde a una serie de incentivos y condiciones externas que permiten establecer una valoración propia acerca de alguna decisión. Esta valoración depende de aspectos como: preferencias psicológicas, condiciones sociales, culturales o de cualquier índole y demás restricciones que impone el entorno (o políticas y normas).

Finalmente, se plantea que la toma de decisiones en el consumo, se encamina al logro de altos niveles de beneficio. En este sentido, se desea obtener niveles superiores al inicial. La idea de la felicidad como símil de un alto nivel de satisfacción, dirigida hacia el consumo e interacción con otros agentes económicos, permite identificar mejores posiciones de consumo que faciliten la obtención de mayores niveles de bienestar (Varian, 1999).

De acuerdo al panorama anterior, se infiere que ante el interrogante de cómo resolver el tema de los residuos sólidos, éste se encuentra dentro del grupo de decisiones de consumo de bienes y servicios, en nuestro caso para el conjunto residencial caso de estudio.

También se puede pensar que desde la racionalidad económica, cualquier agente de la economía (individuos o empresas) buscará la decisión que lo lleve a un mayor nivel de satisfacción y un menor costo en el manejo de los residuos sólidos.

Si se revisan los 3 criterios que debe cumplir el individuo racional ante el tema del manejo integral de residuos sólidos en conjuntos residenciales, se encuentra lo siguiente: La mayoría de conjuntos residenciales desconoce las alternativas de elección posible, con respecto a la manera de manejar integralmente sus residuos. Hay poca información sobre las diferentes organizaciones de recicladores que pueden aprovechar los residuos y los beneficios que esto trae para el conjunto residencial. Además, el desconocimiento o poca información sobre los incentivos que existen a través de la opción tarifaria multiusuario a la hora de realizar el PGIRS (Plan de gestión integral de residuos sólidos). Por tanto es difícil de ésta manera valorar las diferentes opciones y más aún elegir óptimamente.

Sin embargo para el presente estudio de caso, se trabajará teniendo en cuenta que éstos 3 criterios de la racionalidad económica se cumplen.

## Incentivos

Un “incentivo” es algo que atrae o rechaza a la gente, y que le hace modificar su comportamiento de alguna manera. Un “incentivo económico” es eso que en el mundo económico conduce a que las personas canalicen en ciertas direcciones sus esfuerzos de producción y consumo económicos. A menudo se cree que los incentivos económicos consisten en pagos en términos de bienestar material; las personas reciben un estímulo para comportarse de manera que aumente su bienestar. Sin embargo, también existen incentivos no materiales que conducen a que las personas modifiquen su comportamiento económico; por ejemplo, la autoestima, el deseo de conservar un agradable ambiente visual o el de dar buen ejemplo a los demás.

Los incentivos económicos han ganado un mayor espacio en la regulación ambiental debido a que se consideran más eficientes en tanto buscan efectos de largo plazo y son más flexibles porque «permiten a los agentes reducir el costo de cumplir con la regulación, minimizando así el costo total que la sociedad debe incurrir para lograr sus metas de calidad ambiental» (Acquatella 2001: 13). Los incentivos, al ser parte de los instrumentos de mercado o económicos, «funcionan estableciendo un precio tal que los agentes se ven enfrentados a la alternativa de pagar o reducir su contaminación, ya sea implementando procesos de producción más limpia o construyendo plantas y sistemas de tratamiento para sus fuentes contaminantes» (Escobar y López 2008: 179).

Cualquier sistema producirá impactos ambientales destructivos si los incentivos del sistema no están estructurados para evitarlos. Se debe mirar de manera más profunda el interior de cualquier sistema económico para poder entender cómo funcionan estos sistemas de incentivos y cómo se pueden cambiar para obtener una economía razonablemente progresiva sin efectos colaterales de desastre ambiental.

Dentro de las formas posibles de incentivos económicos, en Colombia, se encuentra la opción tarifaria multiusuario del servicio de saneamiento, la cual es conocida en la literatura relativa al manejo de los residuos sólidos con las siglas PAYT (pay as you throw), PBU (pay by use) o bajo los nombres de tasas variables y pagos por generación. Esta opción busca disminuir la generación de residuos sólidos a través de la reducción y/o separación en la fuente.

Según el informe de la OECD (2004), las formas de pago vinculadas a la generación de residuos son un mecanismo efectivo en términos ambientales y económicos. Desde la perspectiva ambiental, su aplicación ha producido un incremento entre el 15% y el 30% del reciclaje y una disminución entre el 30% y el 40% de los desechos que se depositan en rellenos sanitarios, alargando así su vida útil y creando un impacto positivo en el ámbito social. En términos económicos, la eficiencia se presenta debido a que los costos de tratamiento y disposición, así como las tarifas aplicadas a los suscriptores se ajustan a la cantidad de residuos generados (NCDENR 1999).

En el presente análisis son estos incentivos, vía disminución de la tarifa de aseo, los que permiten identificar unos beneficios importantes para los conjuntos residenciales que implementan el PGIRS. De hecho los ahorros que se pueden realizar a partir de la disminución de la tarifa de aseo componen el valor más alto de los beneficios que en potencia se podrían generar.

## **Impacto ambiental**

La ejecución de cualquier proyecto afecta, de una u otra manera, al ambiente. Se dice que hay un impacto ambiental cuando una acción o actividad produce una alteración favorable o desfavorable en el ambiente o en alguno de sus componentes.

Para el presente caso de estudio el impacto ambiental que se genera es favorable, puesto que directamente se disminuye la disposición final de residuos sólidos en el vertedero. Además se generan efectos socio-económicos y culturales positivos en la medida en que se implementa el PGIRS (plan de gestión integral de residuos sólidos).

El desarrollo de métodos de valoración económica de impactos ambientales, en el marco de la denominada Economía Ambiental, permite la monetarización de beneficios (o costos) ambientales. Su inclusión en el contexto analítico del análisis costo-beneficio (ACB) se le suele dar el nombre de ACB Generalizado (Almansa y Calatrava, 2001).

## **Análisis coste- beneficio social**

Basado, en su mayor parte, en la propuesta de Azqueta, se desarrolla el presente marco teórico de referencia acerca del Análisis coste- beneficio (ACB).

Según Azqueta, “El Análisis coste- beneficio (ACB) es una de las herramientas más empleadas en el ámbito de la administración pública y, concretamente, en el campo de la política ambiental. Como tal el ACB no es sino la formalización de una práctica cotidiana: sopesar las ventajas e inconvenientes de cualquier decisión,...sea en sí misma o en comparación con otras.” (Azqueta, 2002, p. 163). En el contexto del análisis económico y, sobre todo, del sector público, esta operación adquiere un significado particular, en función tanto de los objetivos perseguidos como de las variables incluidas en el análisis. Sin embargo como el objetivo no siempre es el de ganar dinero, el marco general del análisis se modificará para integrar en él los ajustes que la introducción de un nuevo objetivo, el bienestar de la comunidad. Para éste cometido se aborda el análisis de algunos criterios que se utilizan para descubrir la rentabilidad económica y social de las alternativas contempladas. En el contexto ambiental, la conveniencia de muchas medidas ha de contemplarse con relación al objetivo de lograr *el desarrollo sustentable*.

De acuerdo al caso de estudio, se seleccionó como herramienta de análisis el costo- beneficio social, debido a las características de perspectiva tanto pública como privada que exige el presente trabajo. A pesar de que los beneficios que se buscan calcular son de tipo privado, existe un impacto ambiental positivo para la sociedad, además de los efectos en lo económico y lo social. Puesto que ya existe un sistema tarifario para cobrar el servicio de disposición de los residuos sólidos, no existe la necesidad de utilizar otros métodos de valoración del impacto ambiental. La cuantía pagada por concepto de tarifa de aseo, refleja la disposición a pagar marginal de las familias por resolver el problema de los residuos sólidos conforme dispone la ley.

Antes de desarrollar los pasos del ACB social, se mencionaran algunas precisiones importantes para tener en cuenta en el presente análisis:

a. El *decisor* final, la persona o institución que lleva a cabo el análisis para sí, o en nombre de quien se elabora, puede ser público (institucional) o privado, persona física o jurídica. Para el presente estudio el decisor final está representado por la administración del conjunto residencial (obviamente respaldado por los habitantes de la misma a través del comité MIRS- Manejo integral de residuos sólidos).

b. La *perspectiva* con la que se lleva a cabo el estudio también puede ser pública o privada. En el presente caso, la perspectiva es mixta, puesto que se analizan tanto las repercusiones tanto en el agente privado (conjunto residencial) como en la sociedad.

c. Finalmente, la variable ambiental puede aparecer como relevante en el ACB por varios motivos. En el presente caso la variable ambiental aparece porque el problema que se trata de resolver está enmarcado en este campo: la reducción de la disposición final de residuos sólidos en el vertedero.

Existen una serie de pasos para formalizar el ACB, de los cuales se han obviado algunos, que no aplican al presente caso de estudio, por tanto se hará referencia solo a los utilizados para el desarrollo de la metodología:

1. Identificación del *objetivo* que se pretende conseguir

Normalmente, el decisor individual tiene como objetivo ganar dinero: es decir, Finalmente, en el corto o en el largo plazo, directa o indirectamente, obtener una *rentabilidad financiera* positiva de su decisión. Mientras el decisor público buscará elevar el *bienestar* de las personas a las que representa, y éste será el criterio que dirigirá su actuación y con el que comparará las bondades relativas de las distintas alternativas contempladas. Este ACB *social* busca descubrir la *rentabilidad económica y social* de cada una de ellas. En el caso particular de estudio el objetivo está más enfocado hacia la rentabilidad económica y social, pero también incluye el factor financiero (Azqueta, 2002).

2. Identificación de las alternativas relevantes

“El ACB es un análisis comparativo, que establece la conveniencia de una alternativa en relación con otras. Cuando son varias las alternativas existentes para resolver un problema, las ordena de acuerdo a algún indicador de rentabilidad. Incluso cuando la alternativa contemplada es aparentemente única el análisis sigue siendo relativo: Siempre queda abierta la posibilidad de no llevar a cabo la inversión, o de retrasarla un año. Es fundamental, por tanto, identificar correctamente las alternativas relevantes, con el fin de no falsear el resultado del análisis. Entre éstas siempre tiene que contemplarse la de dejar las cosas como están: la llamada opción cero”... El dar por supuesto que los beneficios de resolver un problema superan a los costes, impide considerar la *opción cero* como una alternativa relevante. Esto puede ser acertado cuando el decisor se enfrenta a una exigencia normativa” (AZQUETA 2002. P.170). Es el caso del presente estudio, puesto que el plan de gestión integral de residuos sólidos es obligatorio implementarlo, pues se deriva de la política de gestión integral de residuos sólidos.

### 3. Identificación de los costes y beneficios

Este proceso de identificación depende, del objetivo u objetivos que se hayan fijado previamente, aunque no puede perder de vista las repercusiones indirectas que la puesta en marcha de cada alternativa pudiera tener en otros campos. En el caso del ACB *financiero*, cuyo objetivo es maximizar la rentabilidad monetaria asociada a cada opción, la identificación del criterio que permitirá descubrir los costes y los beneficios de cada una es sencillo: el impacto que tenga sobre los flujos de caja del decisor (Azqueta, 2002). En el caso del ACB *social*, el problema es sustancialmente más complejo.

Para el presente caso de análisis, se tomó como uno de los beneficios que ingresaron en el flujo de caja, el ahorro de la tarifa de aseo, puesto que un costo evitado se puede convertir en un beneficio (Dixon et al., 1999). La disminución en la tarifa de aseo por pasar a la opción tarifaria de multiusuario se convierte en el principal beneficio para el conjunto residencial, por tanto, también en el principal incentivo que genera la política del PGIRS.

### 4. Externalidades

“Las externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera (consumidor o empresa), afecta el bienestar de otro, su función de producción, o su función de utilidad, sin que éste último haya elegido esa modificación, y sin que exista un precio, una contraparte monetaria, que lo compense. Como es natural, las externalidades pueden ser tanto positivas como negativas (AZQUETA, 2002).

Algunas externalidades relacionadas a la implementación del PGIRS se manifiestan en los siguientes aspectos, y se incluyen en el presente análisis de forma cualitativa para hacer visibles algunos impactos:

#### Ambiental

- Ahorro de energía y materia primas
- Reducción de la contaminación al medio Ambiente.
- Incrementan la vida útil de los rellenos sanitarios.
- Reducción de la tala de Bosques.
- Menor emisión de gases.
- Mejora la estética de la ciudad.

#### Social:

- Ingresos a miles de familias dedicadas al reciclaje y/o recuperación
- Control de propagación de enfermedades.

#### Económico:

- Disminución de la tarifa de aseo
- Disminución de los costos de disposición final en el relleno
- Material de mejor calidad, mejor venta.

## 5. Efecto Multiplicador

En economía, el efecto multiplicador es el conjunto de incrementos que se producen en la renta Nacional de un sistema económico, a consecuencia de un incremento externo en el consumo, la inversión o el gasto público (Lecaillon et all., 2008).

En una economía con desempleo, la creación de puestos de trabajo eleva el bienestar social, no solo porque conlleva al incremento en la producción de bienes y servicios, sino porque constituye un mecanismo que puede facilitar la reducción de la desigualdad social, la eliminación de problemas de pobreza absoluta y relativa, así como un mecanismo de elevación de la autoestima e integración y participación social de los beneficiarios (en el extremo, de reducción de la exclusión social).” AZQUETA (2001). Para el caso de estudio, es muy importante estimar la cantidad de empleo que se puede generar para el gremio de recicladores, que sería la principal población beneficiada de este tipo de proyectos.

## 6. Indicadores de rentabilidad

### Relación Beneficio-Costo (RBC)

Es la relación entre el valor presente de todos los ingresos del proyecto sobre el valor presente de todos los egresos del proyecto, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se invierte en el proyecto (Azqueta, 2002).

La relación Beneficio – Costos se representa B/C, es un índice que se utiliza en los proyectos gubernamentales y se apoya en el valor presente neto.

Esta relación es igual a:

$$B/C(i) = \frac{VP \text{ Ingresos}(i)}{VP \text{ Egresos}(i)}$$

Donde:

VPI = Es el valor presente de todos los ingresos del proyecto.

VPE = Es el valor presente de los egresos

$i$  = Es la tasa de interés de oportunidad

Si la relación  $B/C(i) > 1$  significa que el valor presente de los ingresos es mayor que el valor presente de los egresos, o sea que el VPN de todo el proyecto es mayor que cero, por lo tanto el proyecto es atractivo. Si  $B/C(i)$  es igual a uno el proyecto es indiferente, y si  $B/C(i) < 1$ , el proyecto no debe realizarse porque el VP de los ingresos es menor que el VP de los egresos, por lo tanto, el VPN es menor que cero.

### **Valor Presente y significado del descuento:**

El descuento del futuro es la operación por la que se reduce el valor de un activo cualquiera por el simple hecho del paso del tiempo, sin que ello tenga que ver con la obsolescencia tecnológica. La velocidad a la que se va depreciando el recurso en cuestión es lo que recoge el llamado factor de descuento; factor que depende a su vez, de la tasa de descuento ( $r$ ), o tasa de interés. Cuanto mayor sea ésta, menor será el valor hoy, el valor presente (VP), de aquello que ocurra mañana (Azqueta, 2002, p. 144). La fórmula convencional para su cálculo es la siguiente:

$$VP = \sum_{t=0}^T \frac{N_t}{(1+r)^t}$$

Siendo  $N_t$  una anualidad de valor constante (costos o beneficios según el caso), en tiempo discreto, siendo  $1/(1+r)^t$  el factor de descuento y  $T$  la vida útil del proyecto contemplado.

Para ambos indicadores se utilizó como tasa social de descuento o tasa de interés, el valor de 0.03, recomendado por Weitzman para el corto plazo, para el cálculo del VP (Weitzman, M.L. 2001).

### **Residuos sólidos**

Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables (DAPM, PGIRS 2015-2027).

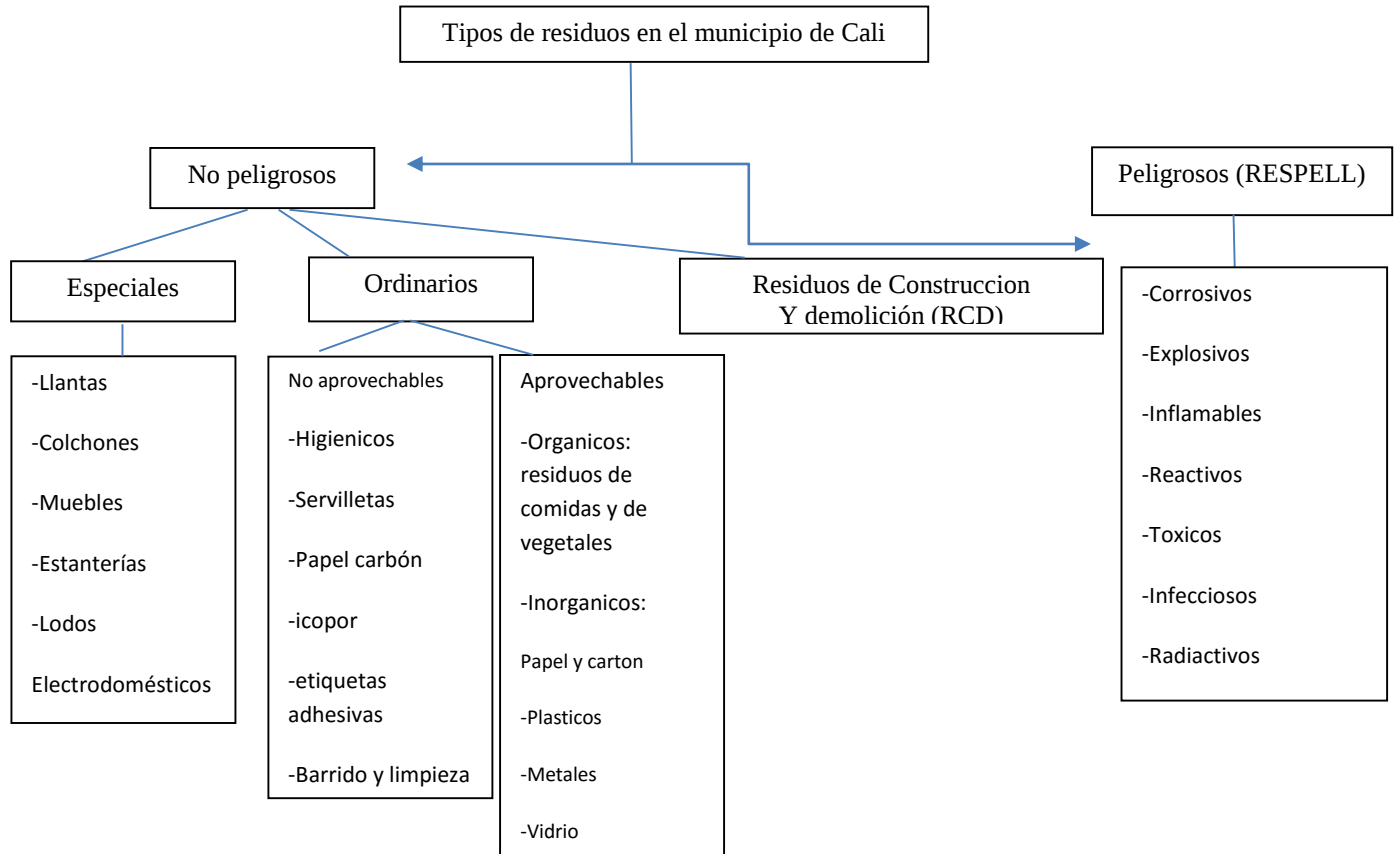
Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo. Los elementos reciclables como el cartón, el papel, el vidrio y el metal entran en esta categoría, al igual que los residuos orgánicos. Es importante resaltar también que tanto los residuos especiales como los de construcción, pueden tener potencial de aprovechamiento (DAPM, PGIRS 2015-2027).

Residuo sólido especial: Es todo residuo sólido que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. Entre estos se encuentran los residuos voluminosos (muebles, colchones) y los residuos postconsumo: llantas, luminarias, aerosoles, pilas, baterías, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (raee) y medicamentos vencidos (DAPM, PGIRS 2015-2027).

Residuo sólido ordinario: Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de

recolección, transporte y disposición final de estos residuos se fija de acuerdo con la metodología adoptada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Los residuos provenientes de las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y áreas públicas serán considerados como residuos ordinarios para efectos tarifarios (DAPM, PGIRS 2015-2027).

Según la tipología de los residuos sólidos adoptada por el PGIRS 2015-2027, con algunos ejemplos de residuos, la clasificación es de la siguiente manera:



## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

Para seleccionar el conjunto residencial caso de estudio, se procedió a indagar a través de las instituciones ambientales DAGMA y CVC sobre las características que requería tener el caso de estudio. Finalmente, fue a través del programa televisivo y educativo “Cuentos Verdes” de la CVC que se identificó el lugar.

Se realizó una revisión bibliográfica respecto a:

- conceptos desde la economía ambiental aplicados al presente trabajo
- la normatividad actual que rige el tema de los residuos sólidos
- Estado del arte y antecedentes del tema

#### **Objetivo 1. Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el conjunto residencial caso de estudio.**

Para lograr éste objetivo se realizaron las siguientes actividades:

1. Visitas al conjunto residencial para conocer la dinámica del manejo de los residuos sólidos en la práctica.

2. Entrevistas a:

- líderes del comité MIRS (Manejo Integral de Residuos Sólidos): se realizaron varias reuniones con diferentes propósitos: conocer la dinámica del manejo de los residuos sólidos, recopilar información histórica del proceso, reuniones junto con el operador de aseo para esclarecer la ruta para realizar el cambio a la opción tarifaria multiusuario.

-Operador de aseo que presta el servicio para el conjunto residencial: con el fin de conocer y contrastar algunas estadísticas con respecto al manejo de los residuos sólidos del conjunto (como el aforo, o cantidad registrada de residuos que lleva el carro recolector) y de los conjuntos que aplican a la opción tarifaria multiusuario. Además de solicitar información sobre el procedimiento para realizar el cambio de la tarifa de aseo y de un estimado de la cuantía de la posible disminución de la tarifa en caso de realizar un aprovechamiento del 85% de los residuos sólidos.

-Personal de aseo: para conocer la percepción sobre el tema, recoger información sobre los precios de venta del reciclaje, información de los recicladores que trabajan en el sector y las prácticas cotidianas y técnicas con el manejo de los residuos sólidos al interior del conjunto.

-Administrador del conjunto: para solicitar información, estadística, financiera e histórica del proceso del conjunto residencial en cuanto al tema.

-Asociación de recicladores: para conocer cifras del empleo generado por la actividad, precios del reciclaje y beneficios de los recicladores al trabajar con los conjuntos residenciales.

También se realizó la recopilación de información primaria de los archivos administrativos del conjunto residencial referente al proceso del MIRS. Esta fuente también suministró los datos de las variables para elaborar el flujo de caja.

Se estudió el documento del PGIRS del conjunto caso de estudio, el cual fue la principal fuente de información para los dos objetivos planteados en el presente trabajo.

Se recolectó información sobre las características históricas y socioeconómicas de los habitantes del conjunto residencial caso de estudio. Para esto se utilizó el manual de estatutos del conjunto y el documento del PGIRS.

Se analizó la información estadística suministrada en el PGIRS del conjunto residencial con respecto a:

1. Generación y Clasificación de los residuos sólidos en la unidad residencial
2. Porcentaje de residuos aprovechables y no aprovechables
3. Logística del manejo de los residuos sólidos y personal requerido
4. Aprovechamiento de los residuos sólidos (reciclaje y compost)
5. Características históricas y socioeconómicas del conjunto residencial caso de estudio.
6. Consideraciones de los habitantes del conjunto residencial con relación a los residuos sólidos.
7. Conocimiento acerca de los residuos sólidos
8. Disposición a participar en el PGIRS

Se elaboró un estimado del flujo de caja generado a partir del aprovechamiento de los residuos sólidos, donde se incluyeron las siguientes variables:

-Egresos: construcción compostera, materias primas

-Producción: Reciclaje, compost

-Ingresos: Venta de reciclaje, ahorro de abono.

-Beneficio bruto

**Objetivo 2. Valorar los costos y beneficios económicos asociados a la implementación del PGIRS y al aprovechamiento de los residuos orgánicos en el conjunto residencial caso de estudio.**

Para lograr éste objetivo se realizaron las siguientes actividades:

- Se realizó consulta de fuentes bibliográficas como libros, revistas científicas, trabajos de grado, etc., que se relacionaran con el tema. También del documento del PGIRS del conjunto residencial caso de estudio.

-Por medio de algunas encuestas a la administración y la información estadística recogida del archivo histórico del mismo, se identificaron los datos para la valoración de costos y beneficios del flujo de caja insumo para el ACB social de la implementación del PGIRS).

-Se utilizó la herramienta del ACB social, análisis coste- beneficio social, para cuantificar los beneficios que generaría la implementación del PGIRS en el conjunto residencial.

Pasos que se utilizaron para formalizar el ACB social:

1. Identificación del *objetivo* que se pretende conseguir
2. Identificación de las *alternativas* factibles con las que podría lograr el objetivo que se ha propuesto.
3. Identificación de los costes y beneficios: Para el tratamiento de esta parte del análisis, se utilizaron como guía las tablas 7.2 y 7.3 del libro de Azqueta, pag. 182-183, y pg.188, respectivamente.

El Programa realizará unas inversiones en infraestructura en la compostera y la adecuación de la UAR, cuya vida útil oscila alrededor de los 10 años.

Los costos básicamente provienen de las materias primas utilizadas para la elaboración del compostaje, puesto que el resto de las inversiones del año 0 tienen que ver exclusivamente para ese período con la implementación del PGIRS (estudio PGIRS, mobiliario, estrategia Información, Educación y Comunicación).

Los ingresos potenciales que puede recibir el CR provienen de la venta del compostaje, la venta del reciclaje, y la disminución en la tarifa de aseo, estimada en un 30% (asociada al 85% de aprovechamiento de los residuos sólidos).

Las variables que se tuvieron en cuenta fueron:

Costes de Inversión: construcción de compostera, Adecuación UAR, Mobiliario. Estas inversiones se realizan para cumplir los estándares exigidos por el PGIRS. La fuente de los datos fue el documento PGIRS del conjunto residencial.

Estrategia IEC, material trabajo, capacitaciones, Estudio PGIRS. Estos costos se realizan también por motivo de la implementación del PGIRS. La fuente de los datos fue el documento PGIRS del conjunto residencial.

Costos de operación MIRS. Materias primas. Los datos fueron suministrados por la administración del conjunto residencial.

Producción: Reciclaje, compost. Los datos se calcularon con base en la información de la caracterización de los residuos en el documento PGIRS del conjunto residencial.

Ingresos: Venta de reciclaje, Venta de compost, disminución tarifa de aseo (30%).

Para la estimación de los precios del reciclaje se utilizó la información suministrada por la ARC (Asociación de Recicladores de Cali).

Para los ingresos provenientes por la venta del reciclaje se consideran dos efectos posibles: el primero, es que entren a formar parte de los ingresos adicionales para el conjunto residencial; el segundo, se consideró como una alternativa de valorar el efecto multiplicador que genera la donación del reciclaje con el empleo de los recicladores de oficio. En cualquiera de los casos, se contabilizó una sola vez en el análisis.

Para los precios del compost, se utilizaron los precios de mercado de un acondicionador físico de suelo similar al producido por la central de abastos de alimentos de cavasa, suponiendo que cuenta con registro ICA de modo que tenga buena aceptación en el mercado.

La disminución de la tarifa de aseo se tomó como un beneficio para el conjunto residencial, puesto que es un costo evitado que puede tomar esta forma. Para el cálculo de la disminución de la tarifa de aseo, se tomó como referencia los casos de estudio de las ciudades de Bogotá y Medellín mencionados en los antecedentes del presente trabajo, además de la información suministrada por el operador de aseo. Esto debido a que para la ciudad de Cali no existen precedentes de una disminución significativa en la tarifa de aseo, producto de la implementación del PGIRS como si existe para las dos ciudades referenciadas.

#### 4. Identificación de las externalidades generadas por el proyecto

Aunque la lista debería ser más amplia para las externalidades positivas generadas por la implementación del PGIRS en conjuntos residenciales, solo se calcularon algunas de las más representativas con respecto a los principales residuos aprovechados y a los recursos impactados por el proyecto. Los cálculos fueron realizados a partir de la caracterización de los residuos sólidos del conjunto residencial.

PAPEL: # árboles evitados de tala, ahorro kilowatios de energía, ahorro galones de agua, ahorro m<sup>3</sup> espacio en relleno sanitario, producción de oxígeno.

PLASTICO: Tons petróleo

ORGANICO: kilos de CO<sub>2</sub> sin emitir a la atmósfera

VIDRIO: kilos de CO<sub>2</sub> sin emitir a la atmósfera

ALUMINIO: kilos de CO<sub>2</sub> sin emitir a la atmósfera

Ahorro espacio m<sup>3</sup> por año en el relleno sanitario

Los cálculos fueron estimados con base en información técnica suministrada por distintas fuentes oficiales según el recurso, citadas en la bibliografía.

Algunas externalidades positivas que se quedaron por fuera del análisis pero que también son también muy importantes son:

-Control de propagación de enfermedades y vectores.

- Disminución de los costos de disposición final en el relleno
- Disminución de la contaminación del agua por evitar lixiviados

Aunque este cálculo no se incluyó en el análisis costo beneficio social a través de una valoración económica, se estimó con el objetivo de hacer visible parte del impacto ambiental que puede tener la implementación del PGIRS en el municipio.

#### 5. Efecto multiplicador del proyecto.

Para este cálculo se utilizaron las siguientes variables:

Producción per cápita de residuos sólidos, Producción total kilos RSD Cali/día, % recuperación actual reciclables, % RSD susceptibles de ser aprovechados, valor promedio por kilo para el reciclador, población Cali 2015, % de población que vive en propiedad horizontal, Recicladores según el último censo oficial.

Se parte del supuesto que el reciclaje fue donado a los recicladores de oficio, cumpliendo con la parte de inclusión y responsabilidad social por parte del conjunto residencial. Por lo tanto los ingresos provenientes de la venta del reciclaje estarían representando la valoración de ese efecto multiplicador en la economía.

El cálculo de la cantidad de empleo generada a partir del aprovechamiento del reciclaje, se estimó teniendo en cuenta los precios de mercado del reciclaje, el costo de un salario integral, y la generación de residuos aprovechables.

Los datos fueron provenientes de fuentes como el DAPM y la ARC.

Tanto para las externalidades como para el efecto multiplicador, se realizó una extrapolación para la ciudad de Cali, con el fin de visibilizar mejor el impacto macro que tendría la implementación del PGIRS en caso hipotético de que se pudieran aprovechar en un 85% los residuos sólidos.

6. Indicadores de rentabilidad: finalmente después de incluir todas las variables con sus respectivos datos en el flujo de caja, se procedió a calcular la relación beneficio costo del proyecto con base en la siguiente fórmula:

$$B/C(i) = \frac{VP \text{ Ingresos}(i)}{VP \text{ Egresos}(i)}$$

Donde:

VPI = Es el valor presente de todos los ingresos del proyecto.

VPE = Es el valor presente de los egresos

$i$  = Es la tasa de interés de oportunidad

Se utilizó como tasa social de descuento o tasa de interés, el valor de 0.03, recomendado por Weitzman para el corto plazo, para el cálculo del VP (Weitzman, M.L. 2001).

Para la actualización de los ingresos y de los costos se aplicó la siguiente fórmula:

$$VP = \sum_{t=0}^T \frac{N_t}{(1+r)^t}$$

Siendo  $N_t$  una anualidad de valor constante (de los costos o beneficios según el caso), en tiempo discreto, siendo  $1/(1+r)^t$  el factor de descuento, donde  $r$ , toma el valor de 0.03 (sugerida por Weitzman para el corto plazo) y  $T$  la vida útil del proyecto contemplado, la cual en el presente ejercicio se tomó como 6 años.

### CAPÍTULO III

#### RESULTADOS

**Objetivo 1. Diagnosticar la situación actual del manejo de los residuos sólidos en el conjunto residencial caso de estudio.**

Según el PGIRS recientemente elaborado por el conjunto residencial, de manera general se encontró que la generación de residuos sólidos semanal obedece a los datos consignados en la Tabla 5.

**Tabla 5.**  
**Clasificación de los residuos sólidos en la unidad residencial Fundadores.**

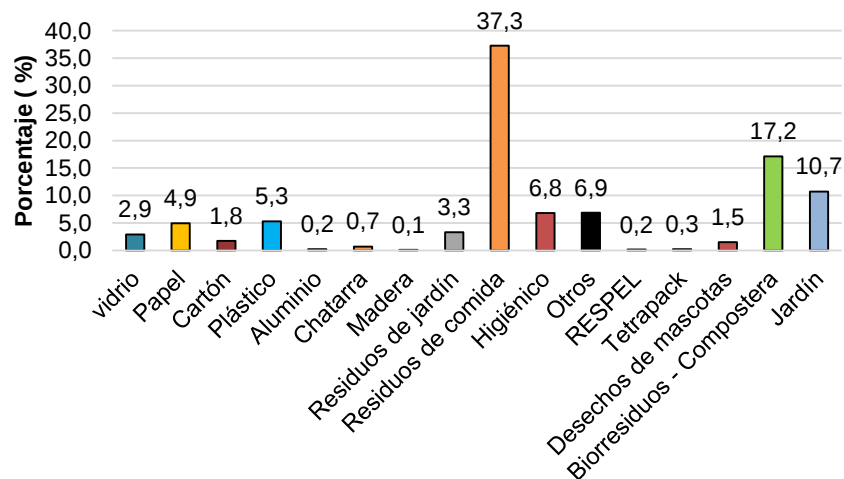
| Tipo de Residuo         | kg    | m <sup>3</sup> | %     |
|-------------------------|-------|----------------|-------|
| Vidrio                  | 56,5  | 0,226          | 2,9   |
| Papel                   | 96    | 0,384          | 4,9   |
| Cartón                  | 34,5  | 0,138          | 1,8   |
| Plástico                | 103   | 0,412          | 5,3   |
| Aluminio                | 4,1   | 0,0164         | 0,2   |
| Chatarra                | 14    | 0,056          | 0,7   |
| Madera                  | 2     | 0,008          | 0,1   |
| Residuos de jardín      | 65    | 0,26           | 3,3   |
| Residuos de comida      | 725,4 | 2,9016         | 37,3  |
| Higiénico               | 133   | 0,532          | 6,8   |
| Otros                   | 133,4 | 0,5336         | 6,9   |
| RESPEL                  | 3,1   | 0,0124         | 0,2   |
| Tetrapack               | 5     | 0,02           | 0,3   |
| Desechos de mascotas    | 29    | 0,116          | 1,5   |
| Biorresiduos Compostera | - 334 | 1,336          | 17,2  |
| Jardín                  | 209   | 0,836          | 10,7  |
| Total                   | 1947  | 7,788          | 100,0 |

Fuente: PGIRS COOFUNDADORES, 2015

En la Gráfica se presenta la generación semanal del conjunto residencial Fundadores, donde se puede apreciar que los residuos de comida son los que presentan la mayor generación con el 37.3%, encontrados en la llamada “Unidad de Almacenamiento de Residuos - UAR” adicional a esta categoría se encontró que el 17,2% hacen parte de los residuos de comida pero son dispuestos en la “compostera” de la unidad. Lo anterior quiere decir que en total el 54.3% corresponde a residuos orgánicos de rápida degradación.

Los residuos de jardín también tienen una generación significativa del 10.7%, esto es debido a las áreas que conforman las zonas comunes, las cuales cuentan con prados, árboles y arbustos lo que hacen que este comportamiento sea esperado. La categoría de higiénicos también sobresale por su porcentaje de 6,8%, este comportamiento es típico del sector residencial.

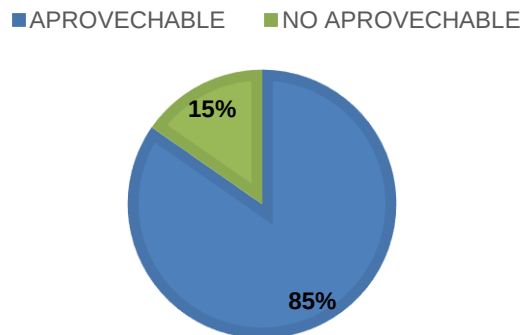
**Gráfico 4.**  
**Generación de residuos sólidos en la unidad residencial Fundadores**



**Fuente: PGIRS COOFUNDADORES, 2015**

En el Gráfico 5 se aprecia que el 85 % de los residuos generados en la unidad residencial Fundadores son aprovechables (Compostables y Reciclables), los cuales en concordancia con la Grafico anterior, en su gran mayoría son residuos orgánicos de rápida degradación. Tan solo el 15% no es recuperable y está compuesto en su gran mayoría por residuos higiénicos y desechos de mascotas.

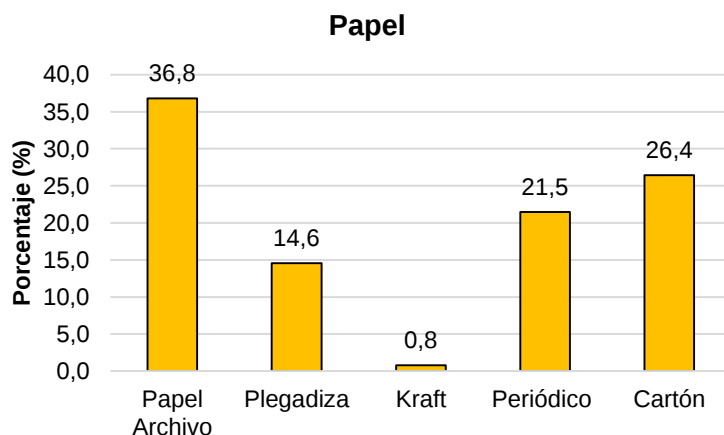
**Gráfico 5.**  
**Porcentajes de residuos aprovechables y no aprovechables**



**Fuente: PGIRS COOFUNDADORES, 2015**

El Grafico 6 presenta la clasificación del papel, según las categorías establecidas en el PGIRS municipal y el RAS 2000. El papel archivo es el de mayor frecuencia con el 36.8%, seguido del cartón con el 26.4%. Esto indica que las primeras opciones a tener en cuenta para la comercialización de materiales, hablando exclusivamente de derivados de la celulosa son estas dos categorías.

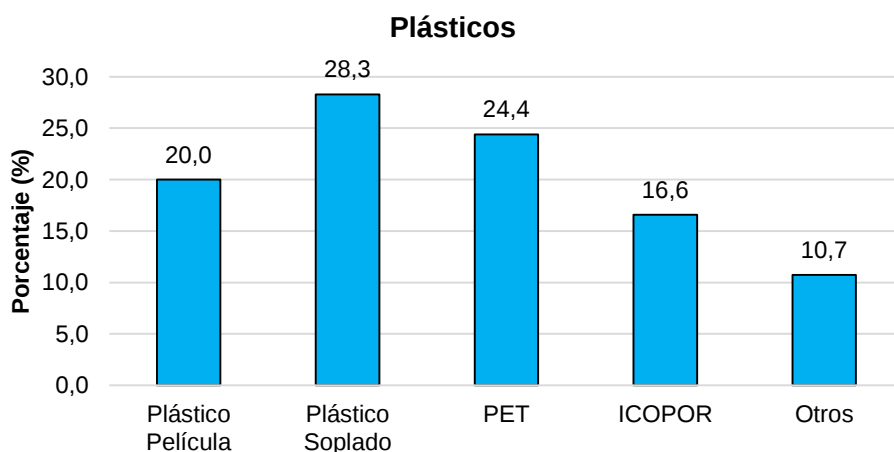
**Gráfico 6.**  
**Porcentajes de tipos de papel en la unidad residencial Fundadores.**



**Fuente: PGIRS COOFUNDADORES, 2015**

El Grafico 7 muestra que la categoría “plástico soplado” es la que predomina como la de mayor generación entre los residuos plásticos con el 28.3% y corresponde en su gran mayoría a bolsas plásticas, seguida de a categoría “PET” que por lo general son los envases donde se almacenan las bebidas carbonatadas. Este último es uno de los materiales plásticos que tiene mayor demanda en el mercado.

**Gráfico 7.**  
**Porcentajes de tipos de plásticos en la unidad residencial Fundadores**



**Fuente: PGIRS COOFUNDADORES, 2015**

## **Personal operativo para el manejo de los residuos sólidos**

Para realizar la operación integral del sistema de gestión de residuos sólidos se cuenta con cinco (4) colaboradores del aseo, uno (1) de ellos es el encargado de la recolección de los residuos depositados por los residentes en los diferentes shuts, los restantes son los encargados del mantenimiento de las zonas comunes, es decir los encargados de llevar a cabo actividades como: Poda de jardines, barrido de bloques, barrido de zonas comunes, entre otras.

## **Reciclaje**

Al interior del conjunto ésta labor es realizada por el mismo personal de aseo. Hasta ahora el personal de aseo solo separa aparte lo que está a la vista; no abren las bolsas para recuperar el material que los residentes no separan. Acumulan lo separado y cada casi 2 meses venden el material al reciclador. Los ingresos por la venta del reciclaje, hasta hace 1 año, habían sido repartidos entre el personal de aseo, decisión administrativa que buscaba generar un incentivo para realizar ésta labor. Sin embargo, esta dinámica no permite extraer el 100% del material susceptible de aprovechar<sup>2</sup>. Hasta ahora se logra recuperar a lo sumo un 50% del potencial aprovechable en reciclaje, según lo que se logra estimar de acuerdo con la poca información suministrada por el mismo personal de aseo, pues no se llevan registros ni controles de lo que se vende. A lo anterior, se suma que no todos los habitantes del conjunto realizan bien la separación en la fuente.

## **Compostaje**

En el conjunto residencial existe un sitio de disposición de residuos orgánicos de rápida degradación, y se reconoce como la “compostera”, su capacidad máxima es de 5.6 m<sup>3</sup> por línea de tratamiento, para un total de 11.2 m<sup>3</sup>.

Los habitantes del conjunto residencial llevan todos los días viernes, de 1 a 3 de la tarde, sus residuos orgánicos previamente tratados con bacterias eficientes para controlar olores. La cantidad de familias que llevan el material a la compostera, fluctúa entre 60 y 100. Ocasionalmente se realiza el registro de las familias que asisten y la cantidad de residuos que aportan.

Las condiciones del sitio en donde se encuentra la compostera hacen necesario tomar medidas adicionales para realizar un proceso más eficiente, como lo es la adición de distintos microorganismos (hongos, levaduras, lactobacillus y bacterias fototrópicas), que de forma espontánea, se desarrollan sobre un suelo no perturbado, utilizándose para el control de olores.

A los residentes se les entrega Celubiol, que es un compuesto similar al descrito anteriormente, para el control de olores de los residuos orgánicos en la vivienda, mientras son llevados 1 vez por semana a la compostera.

---

<sup>2</sup>A diferencia del personal de aseo, los recicladores de oficio tienen la destreza y el conocimiento para realizar una óptima extracción del material reciclable.

De acuerdo con las visitas técnicas del equipo del PGIRS, se identificó lo siguiente:

- ✓ Los residuos sólidos encontrados en las cajas estacionarias demuestran que no hay clasificación de los residuos. Sin embargo se evidencia que existe separación en la fuente por parte de algunos de los usuarios debido a que entregan sus residuos orgánicos en el sitio destinado para su aprovechamiento (la compostera).
- ✓ Los recipientes ubicados en las zonas comunes, duos y canastillas, son suficientes para la generación de residuos evidenciada en estas áreas del conjunto.
- ✓ Los recipientes Duos, se deben adaptar en su demarcación, de tal forma que cumplan con lo indicado en el presente documento.
- ✓ De los 240 apartamentos, 63 entregan sus residuos orgánicos de rápida degradación a la compostera. Lo que equivale a que el 26.3% realiza algún tipo de separación en sus hogares.<sup>3</sup>

### **Características históricas y socioeconómicas del conjunto residencial caso de estudio.**

COOFUNDADORES es una entidad de derecho privado sin ánimo de lucro, creada en el año 1979, de responsabilidad limitada, organizada de acuerdo con la legislación colombiana, cuyo objeto social primordial es el de satisfacer las necesidades inherentes a la vivienda de sus 240 asociados, su grupo familiar y toda la comunidad residente en el Conjunto Habitacional “Los Fundadores” bajo el sistema de propiedad Cooperativa.

El objeto social fijado en los estatutos, es contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los asociados y sus familias. Por otro lado, realiza actividades de educación, de recreación, deportivas y culturales para integrar a la comunidad y contribuir a la sana convivencia.

Además, tiene Comités que apoyan estas actividades y otras destinadas a cumplir con los objetivos señalados en los estatutos: telecomunicaciones, arquitectura e ingeniería, fondo financiero, ornato y mantenimiento, preservación ambiental y aprobación del ingreso de asociados.

Según los estatutos de la cooperativa COOFUNDADORES, uno de los requisitos para ser asociado de la Cooperativa es “Ser persona que además de mostrar solvencia moral y económica, sea profesional, técnico o tecnólogo con título expedido por una institución oficialmente reconocida, o que por su experiencia laboral acredite conocimientos equivalentes o meritorios según apreciaciones conscientes y explícitas del Consejo de Administración”. Es decir, que el nivel educativo y cultural de los habitantes del conjunto caso de estudio es bastante alto.

Desde el año 2005, el conjunto residencial conformó del comité MIRS, para el manejo integral de los residuos sólidos, el cual representa de manera tangible su compromiso para alcanzar una

---

<sup>3</sup> Según el comité MIRS del conjunto residencial, el porcentaje de las familias que llevan los residuos orgánicos a la compostera ha sido más alto, hasta el 50% de participación. Se atribuye la disminución actual de la participación a una coyuntura que está pasando el conjunto residencial con respecto a la incertidumbre de si eliminan o no el lugar de la compostera, pues este se encuentra en un espacio público, que al parecer será intervenido dentro de poco tiempo.

gestión integral del material generado al interior de la unidad y así contribuir al mejoramiento de la gestión ambiental de la ciudad de Cali. Por esta razón, entre sus iniciativas se encuentra la elaboración e implementación de un Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS- donde se establece el estado de la situación actual, las prácticas de manejo interno de los generadores, la designación de responsabilidades, programas, actividades y proyectos, con el propósito de consolidar medidas preventivas y correctivas a favor de la correcta manipulación de los residuos sólidos en el conjunto.

De igual forma y previo a la elaboración del PGIRS del conjunto residencial, ha sido el comité MIRS el que ha llevado la bandera de programas de manejo interno de los residuos sólidos, implementando labores encaminadas al manejo integral como: la construcción de la planta de compostaje de residuos orgánicos, la ubicación de puntos ecológicos y las campañas de recolección de pilas y residuos peligrosos. Dichos procesos han posicionado al conjunto habitacional Los Fundadores, como pioneros ante la comunidad en la gestión de residuos sólidos.

Los habitantes del conjunto residencial caso de estudio pertenecen al estrato 5 residencial. Según datos arrojados por el PGIRS recientemente elaborado en el conjunto residencial, respecto al género, existe una leve mayoría de presencia de mujeres en la unidad residencial con el 58% de la población encuestada. Más del 80% de las personas que habitan en los apartamentos encuestados tienen más de 45 años. Seguida del 12% que representa la población comprendida entre los 26 y 35 años. Cabe resaltar que la población entre 0 y 25 años agrupa menos del 7% de la población.

### **Consideraciones de los habitantes del conjunto residencial con relación a los residuos sólidos**

Para éste punto se tomó la información más relevante para el análisis, de la encuesta realizada y consignada en el documento del PGIRS del conjunto residencial (Anexo 1) .

El 90% de los encuestados respondió de manera acertada el concepto de Residuo Sólido al asociarlo a materiales desechados con potencial de aprovechamiento. Solo el 7% los considera “basura” y, el 3% no sabe o no contestó.

El 67% de los apartamentos encuestados dice tener conocimiento sobre qué es un PGIRS. El 77% de la población estudiada conoce el destino de los residuos sólidos generados en su apartamento.

Alrededor del 47% de los apartamentos encuestados consideran que los residuos de comida no son aprovechables, el 3.3% considera lo mismo para las latas de gaseosa y el 13.3% para las bolsas plásticas. Por otro lado, aproximadamente el 27% y 7% afirma que las servilletas usadas y toallas higiénicas son residuos de tipo aprovechable, respectivamente.

De esta forma puede constatar que hay falencias en la claridad de conceptos que actualmente conlleva a una incorrecta gestión de residuos a nivel intradomiciliar. Lo anterior contrasta con lo la respuesta en donde el 90% de la población asevera conocer la definición de residuo sólido.

No obstante, cabe resaltar que sigue siendo un porcentaje significativo el que representa a aquellos que manejan los conceptos de aprovechamiento de residuos sólidos de forma acertada.

### **Conocimiento acerca de los residuos sólidos**

Esta sección hace posible determinar el comportamiento en cuanto a la efectividad en el manejo de los residuos sólidos de los residentes encuestados, iniciando por conocer si realizan algún tipo de separación, la razón por la que lo hacen, cómo disponen los elementos de recolección al interior del apartamento y la frecuencia de disposición en el “*Shut*” de basura.

El 90% de la población encuestada dice efectuar una separación de residuos sólidos, mientras que un 7% no sabe o no responde, y solo un 3% afirma que no hace ningún tipo de clasificación en su interior. De los que sí realizan la separación, el 50% lo hace por una razón de conciencia ambiental y un 36,7% no le asigna una razón específica. El 13,4% lo hace por una causa o estímulo diferente.

El 30% de los apartamentos encuestados cuenta con tres (3) recipientes designados a la separación de residuos en su interior. Asimismo, el 43.3% ha asignado entre cuatro (4) y siete (7) recipientes de separación de residuos, y el 17% tan solo lo hace en dos (2), lo que hace suponer que se deben orientar esfuerzos para alcanzar patrones de comportamiento eficientes que contribuyan al sistema de gestión, pues se evidencia que existen conceptos divergentes concerniente a éste.

De manera general, puede afirmarse que en la unidad residencial caso de estudio, existen comportamientos que contribuyen a la separación en la fuente de sus residuos sólidos, lo que constituye un factor fundamental en pro de la gestión integral de los mismos. Sin embargo, es necesario encaminar acciones de educación ambiental para alcanzar conceptos unificados en los residentes, que refuercen la forma adecuada y eficiente de separación, y que cuyo alcance sea del 100% de la población.

### **Disposición a participar en el PGIRS**

Es importante conocer la disposición de los residentes para la ejecución del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. El 63% de los apartamentos encuestados está dispuesto a recibir charlas de capacitación, mientras que el 17% respondió que no lo está. De igual manera, el 77% está apresto a realizar compromisos para la separación de los residuos sólidos entretanto que el 10% no lo está.

Respectivamente el 87% de las personas dice comprometerse a entregar de forma adecuada y puntual los residuos según disponga el comité encargado y el 97% está dispuesto a acogerse a nuevas normas relacionadas con sus hábitos de comportamiento alrededor de los residuos sólidos.

Se puede inferir que existe una relación estrecha entre las características históricas y socioeconómicas de los habitantes del conjunto residencial y la razón por la cual es en éste lugar y no en otro donde surge, incluso con anticipación a la norma, una experiencia pionera en el manejo integral de residuos sólidos en la ciudad de Cali. Es evidente que el caldo de cultivo para

que se den voluntariamente éste tipo de procesos depende en gran parte del nivel educativo y cultural de las personas.

### Flujo de fondos actual

A continuación, se registra el flujo de fondos generado desde que se inició el programa de manejo integral de residuos sólidos (MIRS) hasta el 2014, antes de realizar el estudio del PGIRS.

**Tabla 6.**

### Flujo de fondos actual

| FLUJO DE FONDOS ACTUAL      |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| AÑOS                        | 2005       | 2006      | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      |
| Egresos                     |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| construcción compostera     | 1.000.000  |           |           |           |           | 1000000   |           |           |           |           |
| materias primas             | 800.000    | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   |
| Total Egresos /año          | 1.800.000  | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 1.800.000 | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   |
|                             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Producción/año              |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Reciclaje * kilos aprox/año | 6.000      | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     | 6.000     |
| compost-kilos/año           | 7.200      | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     | 7.200     |
|                             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Ingresos/año                |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
| Venta de reciclaje/año      | 1.200.000  | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 | 1.200.000 |
| Venta de abono/año          | 828.000    | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   | 828.000   |
| Total Ingresos /año         | 2.028.000  | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 | 2.028.000 |
| Total costos                | 1.800.000  | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 1.800.000 | 800.000   | 800.000   | 800.000   | 800.000   |
| Beneficio bruto             | 228.000    | 1.228.000 | 1.228.000 | 1.228.000 | 1.228.000 | 228.000   | 1.228.000 | 1.228.000 | 1.228.000 | 1.228.000 |
| Beneficio bruto en 10 años  | 10.280.000 |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |
|                             |            |           |           |           |           |           |           |           |           |           |

**Fuente: cálculos propios**

Desde el año 2005 que se inició el programa MIRS se han realizado pequeñas inversiones y gastos concernientes al manejo de los residuos sólidos. Se ha invertido 2 veces en la construcción de la compostera en el transcurso de 10 años. Los gastos se han limitado a la compra de las materias primas que se han utilizado para el proceso de compostaje tal como la han venido realizando. La mano de obra utilizada para las actividades de manejo de los residuos sólidos ha sido el mismo personal de aseo, es decir que no se han contratado nuevas personas para ésta labor (Anexo de entrevistas Coofundadores).<sup>4</sup>

Los ingresos en el presente ejercicio están representados por el ahorro obtenido del abono que se dejó de comprar al momento de empezar la producción del compost al interior del Conjunto residencial. Además se cuenta también con los ingresos provenientes de la venta del material reciclado.

<sup>4</sup>Es de anotar que el compost producido hasta ahora, no cuenta con registro ICA, y aun no alcanza la calidad que podría tener para ser valorado a un precio competitivo.

Para los 10 años que lleva operando el programa MIRS se han producido en promedio de beneficios brutos un total de \$10.280.000.<sup>5</sup> Hasta ahora, estos beneficios no han sido registrados directamente como ingresos en las cuentas del balance administrativo. Primero, porque los ingresos por venta del reciclaje han sido distribuidos siempre entre el personal de aseo como parte de un incentivo. Segundo, porque el compost producido entró a reemplazar las cantidades compradas de abono por parte del conjunto residencial, dejando simplemente la casilla vacía para ese ítem de costos y creando un nuevo ítem de materias primas para la elaboración del compost. Hasta ahora no se han llevado registros formales de éstos valores.

**Objetivo 2. Valorar los costos y beneficios económicos asociados a la implementación del PGIRS y al aprovechamiento de los residuos orgánicos en el conjunto residencial caso de estudio.**

En el caso particular el *objetivo* está más enfocado hacia la rentabilidad económica y social, aunque también se incluya el factor financiero. Hace referencia a la gestión integral de los residuos sólidos, que permita alcanzar el aprovechamiento del 85% de los residuos.

Para el presente caso, dado que el proyecto se debe ejecutar puesto que es parte de una política y es obligatorio, se tomó como *alternativa* única en el análisis.

El *decisor* final, para el presente estudio está representado por la administración del conjunto residencial (obviamente respaldado por los habitantes de la misma a través del comité MIRS-Manejo integral de residuos sólidos).

La *perspectiva* con la que se lleva a cabo el estudio en el presente caso, es mixta, puesto que se analizan tanto las repercusiones tanto en el agente privado (conjunto residencial) como en la sociedad.

La variable ambiental aparece como relevante en el ACB porque el problema que se trata de resolver está enmarcado en este campo: la reducción de la disposición final de residuos sólidos en el vertedero.

Teniendo en cuenta éstas matizaciones, se procedió a continuar con las etapas por las que atraviesa un ejercicio de ACB *social*, llevado a cabo por un administrador público-privado, que defiende los legítimos intereses de un determinado grupo social, a quien representa.

**-Identificación de los costes y beneficios**

---

<sup>5</sup> Bajo dos supuestos: precios constantes y cantidad fija de residuos llevados a la compostera y reciclados. Sin embargo la realidad es que en éste proceso ha sido gradual y fluctuante respecto a la participación de las personas en cuanto a la llevada de los residuos a la compostera.

**Tabla 7.**

**ANALISIS COSTE BENEFICIO SOCIAL CON IMPLEMENTACIÓN DEL PGIRS Y APROVECHAMIENTO DE ORGANICOS**

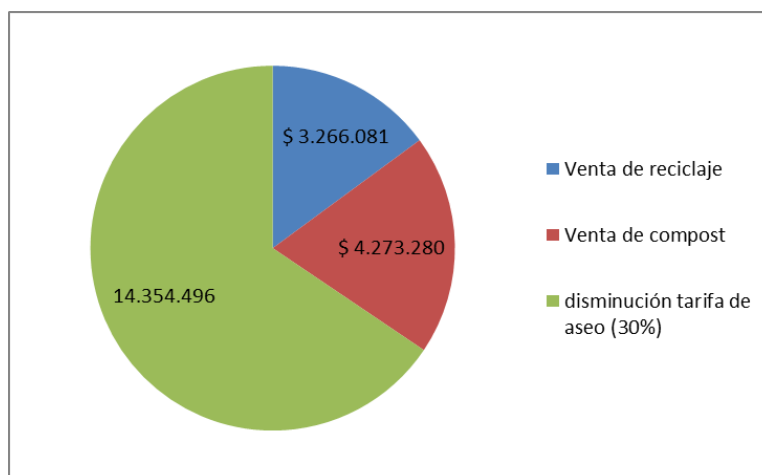
| ANALISIS COSTE BENEFICIO SOCIAL CON IMPLEMENTACIÓN DEL PGIRS Y APROVECHAMIENTO DE ORGANICOS |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| AÑOS                                                                                        | 0                    | 1                   | 2                   | 3                   | 4                   | 5                   | 6                   |
| Costes de Inversión                                                                         |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Obra civil                                                                                  |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| compostera                                                                                  | \$ 3.000.000         |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Adecuación UAR                                                                              | \$ 8.070.000         |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| <b>Subtotal</b>                                                                             | <b>\$ 11.070.000</b> |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| <b>Mobiliario</b>                                                                           | <b>\$ 1.380.000</b>  |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Estrategia IEC                                                                              |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| material trabajo                                                                            | \$ 300.000           |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| capacitaciones                                                                              | \$ 1.200.000         |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| <b>Subtotal</b>                                                                             | <b>\$ 1.500.000</b>  |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| <b>Estudio PGIRS</b>                                                                        | <b>\$ 4.000.000</b>  |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Costos de operación MIRS                                                                    |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| materias primas                                                                             | \$ 800.000           | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        |
| <b>Subtotal</b>                                                                             | <b>\$ 800.000</b>    | <b>\$ 1.914.000</b> | <b>\$ 1.914.000</b> | <b>\$ 1.914.000</b> | <b>\$ 1.914.000</b> | <b>\$ 1.914.000</b> | <b>\$ 1.914.000</b> |
| <b>Producción</b>                                                                           |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Reciclaje (kilos/año)                                                                       | 14.784               |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| compost (kilos/año)                                                                         | 21.366               |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| <b>Ingresos</b>                                                                             |                      |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Venta de reciclaje                                                                          | \$ 1.200.000         | \$ 3.266.081        | \$ 3.266.081        | \$ 3.266.081        | \$ 3.266.081        | \$ 3.266.081        | \$ 3.266.081        |
| Venta de compost                                                                            | \$ 828.000           | \$ 4.273.280        | \$ 4.273.280        | \$ 4.273.280        | \$ 4.273.280        | \$ 4.273.280        | \$ 4.273.280        |
| <b>Subtotal</b>                                                                             | <b>\$ 2.028.000</b>  | <b>\$ 7.539.361</b> | <b>\$ 7.539.361</b> | <b>\$ 7.539.361</b> | <b>\$ 7.539.361</b> | <b>\$ 7.539.361</b> | <b>\$ 7.539.361</b> |
| disminución tarifa de aseo (30%)                                                            |                      | \$ 14.354.496       | \$ 14.354.496       | \$ 14.354.496       | \$ 14.354.496       | \$ 14.354.496       | \$ 14.354.496       |
| Total Ingresos                                                                              | 2.028.000            | 21.893.857          | 21.893.857          | 21.893.857          | 21.893.857          | 21.893.857          | 21.893.857          |
| Total Costos                                                                                | \$ 18.750.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        | \$ 1.914.000        |
| <b>BENEFICIOS BRUTO</b>                                                                     | <b>(16.722.000)</b>  | <b>19.979.857</b>   | <b>19.979.857</b>   | <b>19.979.857</b>   | <b>19.979.857</b>   | <b>19.979.857</b>   | <b>19.979.857</b>   |
| VPIngresos                                                                                  | 117.117.686          |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| VPEgresos                                                                                   | 28.270.393           |                     |                     |                     |                     |                     |                     |
| Relación B/C                                                                                | 4,1                  |                     |                     |                     |                     |                     |                     |

**Fuente: cálculos propios**

A partir de la información obtenida en el documento del PGIRS del conjunto residencial, se plantea el conjunto de acciones y operaciones necesarios para alcanzar la integralidad del programa, y lograr la meta de aprovechamiento del 85% de los residuos sólidos generados por los habitantes del conjunto residencial caso de estudio.

Los costos permanentes provienen de las materias primas utilizadas para la elaboración del compostaje, puesto que el resto de las inversiones del año 0 tienen que ver exclusivamente para ese período con la implementación del PGIRS (estudio PGIRS, mobiliario, estrategia Información, Educación y Comunicación). Estos ascienden para el año cero a \$18.750.000, y se componen en su mayor parte, de inversiones fijas. Estas inversiones son recuperadas rápidamente antes de cumplir el segundo año del proyecto. Los costos de sostenimiento del proyecto por año son de \$1.914.000.

**Grafico 8.**  
**Ingresos por año para el conjunto residencial**



**Fuente: cálculos propios**

Los beneficios brutos que podría recibir el conjunto residencial anualmente (con escenario de aprovechamiento del 85% de los residuos sólidos) ascienden a \$19.979.857. El componente más representativo del total de los ingreso es la disminución de la tarifa de aseo, seguido de la venta de compost y finalmente del reciclaje.

En cuanto a la venta del reciclaje existe la opción, ideal, de eliminar éste valor de los ingresos del conjunto y permitir que sean los recicladores de oficio los que perciban éstos ingresos a través de la donación del reciclaje. Aunque en éste caso sería el reciclador de oficio, más no el personal de aseo el que realizaría las labores de recuperación del material reciclable, permitiendo así una mayor recuperación y la liberación del tiempo invertido en reciclar por parte del personal del aseo. Este cambio no alteraría en mayor medida la relación beneficio costo (pasaría de 4.1 a 4), puesto que la mayor parte del ingreso proviene en éste escenario de la disminución de la tarifa de aseo,<sup>6</sup>

### **Cálculo de la disminución en la tarifa de aseo**

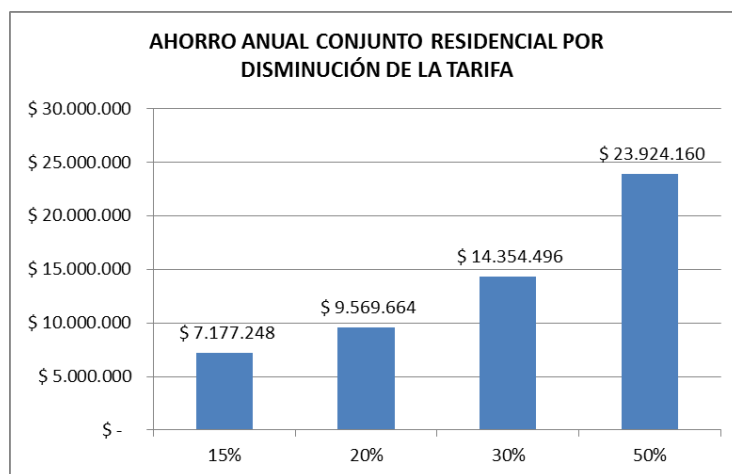
De todos los ingresos, en éste caso visto como un ahorro, que podría percibir el conjunto residencial en el escenario ideal, el más representativo es la disminución de la tarifa de aseo. En la medida que disminuyen los residuos llevados por el operador de aseo hasta el relleno sanitario, disminuye la tarifa de aseo. Se encontró que, basados en las fórmulas de cálculo de la tarifa de aseo de la CRA, existe un componente variable que depende directamente de la cantidad de residuos registrados en el aforo. De aquí la relación directa entre los porcentajes de residuos disminuidos y los porcentajes de disminución de la tarifa de aseo.

<sup>6</sup> Suponiendo que en éste escenario el compost se produce con registro ICA logrando una buena calidad y precio en el mercado.

Según información suministrada por el operador de aseo del sector, la disminución promedio de la tarifa de aseo, después de iniciar un proceso de separación en la fuente y la recuperación del material reciclable, está aproximadamente entre un 20% y un 30%, para los conjuntos residenciales que ya realizaron el proceso.<sup>7</sup> Este proceso va acompañado de la solicitud de un nuevo aforo de los residuos y la conversión de la tarifa convencional a la opción tarifaria como multiusuario, de modo que el pago de la nueva factura tendrá en cuenta la disminución de los residuos generados.

Para el caso de estudio en particular, se trabajó con el 30% de disminución de la tarifa de aseo, en caso hipotético de alcanzar la meta de aprovechamiento del 85%, para el análisis costo beneficio social.<sup>8</sup> Sin embargo se realizaron los cálculos para cambios en la tarifa de aseo hasta en un 50%, como lo muestra el siguiente gráfico:

**Gráfico 9**  
**Ahorro por año por disminución de la tarifa de aseo**



**Fuente: cálculos propios**

Si la tarifa de aseo disminuye en 30% con base en la tarifa actual para el conjunto residencial caso de estudio; de manera que la suma del ahorro percibido de todos los apartamentos del conjunto residencial asciende a \$14.354.496 por año.<sup>9</sup> Si en caso hipotético se lograra una disminución del 50% en la tarifa de aseo, éste ahorro podría llegar a \$23.924.160.

<sup>7</sup> Esto, sin considerar aun la implementación totalmente del PGIRS para los conjuntos residenciales y tampoco el aprovechamiento de los residuos orgánicos.

<sup>8</sup> Para el operador de aseo del caso de estudio, es casi irrealizable una disminución del 50% en la tarifa de aseo, por ésta razón se trabajó con el 30% para el análisis.

<sup>9</sup> Para el caso de estudio, según se tiene establecido por fórmula con el operador de aseo, el beneficio de la disminución en la tarifa es igual para todos los usuarios del conjunto residencial.

## Externalidades positivas

Dentro del análisis costo beneficio social planteado en las tablas de Excel, no se incluyeron estas externalidades, puesto que en el presente ejercicio se busca tener una referencia cualitativa, más no cuantitativa de ésta parte del análisis.<sup>10</sup>

Sin embargo, se realizó una aproximación parcial de lo que podrían ser los impactos en los recursos naturales para un año bajo el escenario ideal, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8.**

| IMPACTO EN RECURSOS NATURALES/año                        |            |
|----------------------------------------------------------|------------|
|                                                          |            |
| <b>PAPEL</b>                                             | cantidad   |
| # árboles evitados de tala                               | 115        |
| ahorro kilowatios de energía                             | 27.823     |
| ahorro galones de agua                                   | 47.502     |
| ahorro m3 espacio en relleno sanitario                   | 22         |
| producción de oxígeno para xxx personas                  | 461        |
| <b>PLASTICO</b>                                          |            |
| Tons petróleo                                            | 3          |
| <b>ORGANICO</b>                                          |            |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 4.654      |
| <b>VIDRIO</b>                                            |            |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 881        |
| <b>ALUMINIO</b>                                          |            |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 1.919      |
| <b>Ahorro espacio m3 por año en el relleno sanitario</b> | <b>318</b> |

Fuente: cálculos propios (basado en surcoverde)

En el caso del papel se ha establecido que por cada tonelada de papel reciclado se evitan cortar 17 árboles; se estimó que reciclando el 100% del papel que se genera en el conjunto residencial por un año, se evitarían cortar aproximadamente 115 árboles. De lo cual se derivan otros ahorros adicionales en términos de energía, agua, y ahorro de espacio en el relleno sanitario tal como muestra la tabla; sin mencionar las demás funciones ambientales que genera un bosque (Azqueta, 2002, p 40). Cada árbol maduro (es decir grande, de aproximadamente 10 años de edad), produce el oxígeno que requieren 4 personas para respirar; es decir que para el caso de estudio se estaría garantizando la producción de oxígeno de aproximadamente 461 personas con el nivel óptimo de reciclaje del papel.

Para el caso del plástico tenemos el ahorro de 3 toneladas de petróleo, sin incluir todo el impacto negativo que genera ésta industria en todos los recursos naturales, incluidos la flora y la fauna, que se ven afectados tanto por la explotación de la materia prima como por la mala disposición de los residuos sólidos.

---

<sup>10</sup> Para posteriores estudios sería interesante poder valorar también económicamente éstas externalidades e incluirlas dentro del análisis costo-beneficio social, algo similar a lo que se plantea en la metodología de las cuentas ambientales.

Por cada tonelada de residuos orgánicos se permite recuperar en forma de energía eléctrica alrededor de 160 kWh, el equivalente al consumo de una bombilla de 50 W en dos años, a partir de la combustión de metano originado en la degradación de la materia orgánica. Aprovechando esta energía, se dejarían de emitir 72,6 kg de CO<sub>2</sub> a la atmósfera producidos en la generación de la misma cantidad de energía eléctrica. Además se evita que llegue a la atmósfera el metano producido en la descomposición, otro potente gas de efecto invernadero. Para el caso de estudio se resaltó la disminución de 4654 kilos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en un año. Este es un punto interesante de analizar desde las oportunidades que se están generando como incentivos tributarios y demás para las actividades que disminuyen los gases efecto invernadero.<sup>11</sup> 1 tonelada de metano originado en nuestros vertederos por descomposición de la materia orgánica equivale a 21 toneladas de dióxido de carbono. También un elemento muy importante a resaltar es que en los rellenos sanitarios los lixiviados generan un problema ambiental inmenso, mientras que con las opciones de aprovechamiento de los residuos orgánicos éste problema podría casi que desaparecer.

Respecto al vidrio, tenemos que la materia prima para la elaboración del vidrio es la arena silícea (arcilla) y óxidos metálicos pulverizados o granulados como el óxido de potasio y sodio. Es decir, este proceso evita la destrucción de terrenos por extracción de las materias y permitiendo preservar los ecosistemas. También se reduce la contaminación atmosférica porque al quemar menos combustibles en la fabricación de nuevos envases se contamina el aire un 20% menos.

Por cada kilogramo de cristal reciclado, el ahorro es de 300 gramos de emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo tanto, reciclar el vidrio producido en un año en el conjunto, permite disminuir en 881 el CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera.

En el proceso del reciclaje de los metales, éstos no cambian sus características ya que se obtiene un producto con las mismas propiedades. El aluminio puede reciclarse indefinidamente y sin disminuir la calidad del mismo. El 100% del material puede ser reciclado. Fabricar una lata de bebida a partir de aluminio virgen consume 2,25 veces más energía que a partir del aluminio reciclado y las emisiones de gases de efecto invernadero se incrementan en el mismo factor.

Reciclar una lata de aluminio puede ahorrar un 90% de la energía necesaria para hacer una nueva. Esto supone 9 kg. De emisiones de CO<sub>2</sub> por cada kilogramo de aluminio. En el presente ejercicio se calculó que si se reciclara el 100% del aluminio producido potencialmente, se lograría una disminución aproximada de 1919 kilos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.

En cuanto al espacio ahorrado en el relleno sanitario, medido en metros cúbicos (m<sup>3</sup>), se encontró que éste puede alcanzar aproximadamente los 318M<sup>3</sup> anuales, equivalentes a 79 toneladas por año dejadas de llevar al relleno; lo cual permite que la vida útil del relleno sanitario se prolongue en el tiempo. Según datos suministrados por Codinsa, La vida útil proyectada para el relleno sanitario de Yotoco es de 31.2 años, con una capacidad de 19.500.000 toneladas. El área que tiene el terreno de éste es de 363 hectáreas y se encuentra a 32 kilómetros de Cali (Noguera, y Olivero, 2010).

---

<sup>11</sup> Países como Nueva Zelanda ya lo tienen establecido en su normatividad para estimular las acciones en pro del ambiente.

Además de los recursos energéticos (petróleo) que se pueden ahorrar por el transporte de las cantidades diarias que se llevan a 32.5 kilómetros de la ciudad.

Es evidente que no solo los datos suministrados en la tabla anterior son los únicos impactos al ambiente que se pueden lograr. Se han elegido solo algunos recursos impactados, con el fin de vislumbrar el potencial que existe en el óptimo manejo de los residuos sólidos domiciliarios. Que desde los hogares caleños es mucho lo que se puede hacer por el ambiente, por la sociedad y por la economía en general.

A continuación se realiza una proyección de los resultados dados por el Programa MIRS, para la ciudad.

**Tabla 9**

| IMPACTO EN RECURSOS NATURALES / AÑO PARA LA CIUDAD       |                  |
|----------------------------------------------------------|------------------|
| <b>PAPEL</b>                                             |                  |
| # árboles evitados de tala                               | 432.608          |
| ahorro kilowatios de energía                             | 104.334.750      |
| ahorro galones de agua                                   | 178.132.500      |
| ahorro m3 espacio en relleno sanitario                   | 83.977           |
| producción de oxígeno para xxx personas                  | 1.730.430        |
| <b>PLASTICO</b>                                          |                  |
| Tons petróleo                                            | 10.043           |
| <b>ORGANICO</b>                                          |                  |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 17.451.007       |
| <b>VIDRIO</b>                                            |                  |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 3.305.250        |
| <b>ALUMINIO</b>                                          |                  |
| kilos de CO2 sin emitir a la atmósfera                   | 7.195.500        |
| <b>Ahorro espacio m3 por año en el relleno sanitario</b> | <b>1.191.564</b> |

Fuente: cálculos propios (basado en surcoverde)

## EFECTO MULTIPLICADOR SOBRE EL EMPLEO

La implementación del PGIRS podría generar empleo formal y digno a los recicladores de oficio, a su vez esto genera un impacto positivo sobre los ingresos de la ciudad y los propios ingresos del sector público.

En el trabajo del manejo de los residuos sólidos al interior del conjunto residencial, se invierten actualmente 78 jornales en el año<sup>12</sup>. Suponiendo que el 100% de los habitantes del conjunto residencial participan en el PGIRS.

Si se aprovechara el total del material susceptible de ser aprovechado, tendríamos que la venta mensual de los residuos reciclables generaría aproximadamente 1/3 de un salario formal y digno (básico con carga prestacional) para un reciclador de oficio. Esto se daría bajo el supuesto de que

<sup>12</sup> Los cálculos se realizaron teniendo en cuenta el tiempo que requiere el manejo de la compostera y el reciclaje por parte del personal de aseo.

el conjunto residencial entregará en donación el material al reciclador; situación que permitiría cumplir con la parte de responsabilidad social que promueve el “Programa de inclusión de recicladores de oficio” del DAPM dentro del PGIRS 2015 -. Es la manera como se pretende generar oportunidades laborales para lograr la formalización y la dignificación del oficio del reciclador, incluyéndolo en la cadena del reciclaje.

### Impacto social proyectado para Cali

Si realizamos la proyección a nivel de ciudad encontramos que:

Basados en los datos oficiales actualizados de la tabla de abajo, se puede ver que con el nivel de recuperación actual del 11% se podrían emplear digna y formalmente 1715 recicladores en Cali.

Qué solo en conjuntos residenciales se podría estar empleando casi el 60% (1375) de los recicladores actuales si se lograra la meta del potencial de recuperación del 20%.

El empleo total que se puede generar en Cali si se aplica la ruta selectiva articulada con recicladores podría llegar a 3430 recicladores de oficio con un trabajo formal y un salario digno.

**Tabla 10.**  
**Datos de partida para la proyección en la Ciudad de Cali<sup>13</sup>**

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| ppc kilos de residuos sólidos/día Cali     | 0,75      |
| Producción total kilos RSD Cali/día        | 1.800.000 |
| % recuperación actual reciclables          | 11%       |
| % RSD susceptibles de ser aprovechados     | 20%       |
| valor promedio por kilo para el reciclador | 250       |
| población Cali 2015                        | 2.400.000 |
| % de población vive en prop horizontal     | 0,4       |
| Población que vive en propiedad horizontal | 960.000   |
| Recicladores según el último censo oficial | 2405      |

Fuente: cálculos propios basado en (Cali en cifras, 2013)

### Indicadores de rentabilidad

#### Cálculo del B/C

Finalmente, según los resultados de la relación B/C, encontramos que financieramente el proyecto es atractivo, puesto que la relación B/C ( $i$ ) es de 4.1 (mayor que 1). Esto quiere decir que, por cada peso invertido en el programa, se obtiene un beneficio de 4.1.

<sup>13</sup>Según las dinámicas de generación, existe alta variación dependiendo de los hábitos de consumo, el estrato social, la temporada del año etc. Por lo tanto se trabajó con el promedio per cápita para Cali.

Incluso se podría dar el caso donde no sea rentable financieramente la implementación del PGIRS, pero si rentable económica y socialmente, puesto que son indudables los beneficios sociales y ambientales de la implementación del programa. Además, como ya se mencionó atrás, éste proyecto está justificado de entrada por la exigencia de la implementación de los PGIRS por parte de la política, pues ésta se debe cumplir independientemente de los resultados de rentabilidad financiera.

### Objetivo 3.

Socializar los resultados a través del observatorio de conflictos ambientales del área de gestión ambiental de la Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente – EIDENAR- y con los habitantes del conjunto residencial objeto de estudio.

Se realizó la socialización del estudio con los residentes del conjunto residencial .

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados de la relación beneficio-costo B/C, encontramos que financieramente el proyecto es atractivo, puesto que la relación B/C ( $i$ ) es de 4.1. Es decir, que por cada peso invertido en el programa, se obtiene un beneficio de 4,1.

Los beneficios brutos que podría recibir el conjunto residencial anualmente (con escenario de aprovechamiento del 85% de los residuos sólidos) ascienden a \$19.979.857. El componente más representativo del total de los ingresos es la disminución de la tarifa de aseo, seguido de la venta de compost y finalmente del reciclaje.

La disminución potencial de la tarifa de aseo en caso de lograr la implementación del PGIRS y el aprovechamiento del 85% de los residuos sólidos, está alrededor del 30% con base en la tarifa actual para el conjunto residencial caso de estudio. De manera que la suma del ahorro percibido de todos los apartamentos del conjunto residencial asciende a \$14.354.496 por año.

En el conjunto residencial del caso de estudio, se generan semanalmente un total de 1947 kilos de residuos sólidos totales, lo cual al año significan 93.456 kilos. El 85 % de los residuos generados en la unidad residencial Fundadores son aprovechables (Compostables y Reciclables), los cuales en su gran mayoría son residuos orgánicos de rápida degradación. Tan solo el 15% no es recuperable y está compuesto en su gran mayoría por residuos higiénicos y desechos de mascotas.

Los valores más visibles de la recolección de residuos reciclables por parte de los recicladores, están representados en los ahorros para el sistema de recolección, el transporte y la disposición final y en los beneficios que de él derivan las industrias que usan materiales recuperados en su ciclo productivo y en los costos evitados en la inversión y operación de rutas selectivas y centros de separación.

Si se aprovechara el total del material susceptible de ser aprovechados en el conjunto residencial caso de estudio, tendríamos que la venta mensual de los residuos reciclables generaría aproximadamente 1/3 de un salario formal y digno (básico con carga prestacional) para un reciclador de oficio. Esto se daría bajo el supuesto de que el conjunto residencial entregará en donación el material al reciclador; situación que permitiría cumplir con la parte de responsabilidad social que promueven las normas en Colombia respecto al gremio.

Solo en conjuntos residenciales se podría estar empleando casi el 60% (1375), de los recicladores actuales si se lograra la meta del potencial de recuperación del 20%.

El empleo total que se puede generar en Cali si se aplica la ruta selectiva articulada con recicladores (incluyendo sus carretas) podría llegar a 3.430 recicladores de oficio con un trabajo formal y un salario digno.

Independientemente de los indicadores financieros que se obtengan en los análisis de costo beneficio, es claro que los beneficios que se generan en el ámbito social, económico y ambiental,

justifican totalmente cualquier inversión que los conjuntos residenciales realicen en la implementación del PGIRS.

Entre los impactos ambientales más representativos que genera la implementación del PGIRS en el conjunto residencial caso de estudio, tenemos que por la cantidad total de residuos que potencialmente podrían ser aprovechados por año:

- En papel, se podrían evitar la tala de 115 árboles/año. Además, Se podría garantizar la producción de oxígeno de aproximadamente 461 personas con el nivel óptimo de reciclaje del papel.
- Para el caso del plástico tenemos el ahorro de 3 toneladas de petróleo.
- Residuos orgánicos, la disminución de 4654 kilos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera en un año
- Reciclar el vidrio producido en un año en el conjunto, permite disminuir en 881 el CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera.
- Reciclando el 100% del aluminio producido potencialmente, se lograría una disminución aproximada de 1919 kilos de CO<sub>2</sub> en la atmósfera.
- En cuanto al espacio ahorrado en el relleno sanitario, se encontró que éste puede alcanzar aproximadamente los 318M3 anuales, equivalentes a 79 toneladas por año dejadas de llevar al relleno; lo cual permite que la vida útil del relleno sanitario se prolongue en el tiempo.

Es importante que los conjuntos residenciales conozcan los incentivos, económicos y no económicos que hay a través de la implementación del PGIRS, de modo que se motiven a realizarlos por iniciativa propia. En el presente análisis son estos incentivos, vía disminución de la tarifa de aseo, los que permiten identificar unos beneficios importantes para los conjuntos residenciales que implementan el PGIRS. De hecho los ahorros que se pueden realizar a partir de la disminución de la tarifa de aseo componen el valor más alto de los beneficios que en potencia se podrían generar.

Los incentivos, vía tarifa de aseo, se pueden convertir en una herramienta que permite alcanzar más rápidamente la meta de reducción de residuos a los rellenos sanitarios. Sin desconocer, obviamente, que la vía más segura es la de generar una cultura ciudadana, educada ambientalmente, aunque esto se pueda tomar varias generaciones.

Se ratifica el liderazgo que los habitantes del conjunto residencial caso de estudio pueden tener, de modo que proyecten el buen manejo que lograrían de sus residuos sólidos, no sólo al interior de sus viviendas, sino en los demás ámbitos urbanos. De ésta manera pueden aportar al fortalecimiento del cumplimiento de la Política Nacional de Residuos Sólidos en la ciudad y en la formación de ciudadanos modelo y autónomos en el manejo de sus residuos sólidos.

Desde los hogares caleños es mucho lo que se puede hacer por el ambiente, por la sociedad y por la economía en general.

### **Recomendaciones**

En el conjunto residencial caso de estudio existen comportamientos que contribuyen a la separación en la fuente de sus residuos sólidos, orgánicos y aprovechables, lo que constituye un factor fundamental en pro de la gestión integral de los mismos. Sin embargo, es necesario encaminar acciones de educación ambiental para alcanzar conceptos unificados en los residentes, que refuercen la forma adecuada y eficiente de separación, y que cuyo alcance sea del 100% de la población.

El caso de estudio se puede convertir en un piloto de ciudad, donde se eduque a la comunidad en el tema del aprovechamiento de los residuos sólidos.

Es urgente que la administración municipal promueva los incentivos de la opción tarifaria multiusuario, para obtener mejores resultados de la política planteada por el PGIRS en los conjuntos residenciales y si fuera posible, generar incentivos similares para el resto de la población.

Es importante que se realicen otros estudios que profundicen y complementen lo alcanzado en el presente trabajo. Por ejemplo, estudios que realicen una valoración integral del impacto en los recursos naturales de las políticas de residuos sólidos.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos debería ser un tema prioritario para la administración municipal, puesto que es este el salto que hace falta dar para tener la posibilidad en un futuro no muy lejano, de disminuir considerablemente los residuos llevados a entierro, y por qué no, de eliminar por completo los rellenos sanitarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ACURIO, Guido, (1997). Diagnóstico de la situación de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana.

Alcaldía de Santiago de Cali, Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2009). Manual: Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Sector Residencial – Conjuntos Residenciales del Municipio de Santiago de Cali.

Alcaldía de Santiago de Cali, Departamento Administrativo de Planeación Municipal. (2015). “Programa de inclusión de recicladores de oficio”– PGIRS 2015 -2027.

Acquatella, J. (2001). Aplicación de instrumentos económicos en la gestión ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos y factores condicionantes. Santiago de Chile: Naciones Unidas.

Azqueta, Diego. (2002). Introducción a la Economía Ambiental. Editorial McGraw-Hill. España.

Azqueta, Diego. (1998). Valoración Económica de la calidad Ambiental. Editorial McGraw-Hill. España.

Banco Mundial, (2013); What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management Organisation for Economic Co-operation and Development- OECD).

Canterbury, J. (1998). «How to succeed with pay as you throw». BioCycle, Vol. 39, N° 12, pp. 30-35.

Comisión de Regulación Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) Resolución 17 del 4 de julio (1996). «Por la cual se permite una opción tarifaria para multiusuarios residenciales, no residenciales y mixtos por concepto del servicio ordinario de aseo». Bogotá.

Dixon, J. A.; Fallon Scura, L.; Carpenter, R. A.; Sherman, P. B. (1999). Análisis económico de impactos ambientales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Ed. Mario Piedra, Robert Hearne. Costa Rica. p. 25 –240.

Dijkgraaf, E. y R. Gradus. (2004). «Cost savings in unit-based pricing of household waste. The case of The Netherlands». Resource and Energy Economics, 26, pp. 353-371.

Escobar Blanco, P. y G. López Álvarez. (2008). «Dualidades del regulador. A propósito de la opción tarifaria multiusuarios del servicio de aseo». Letras Jurídicas, Vol. 13, N° 1, pp. 175-191.

Ferreiro Chao, A.; Azqueta Oyarzum, D.; Freeman III, A.; Garcia Ferrer, A.; Johansson P. O. (1990). Evaluación económica de los costes y beneficios de la mejora ambiental. Monografías de Fontaine, E. (1993). Evaluación social de proyectos. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. p. 271 – 275, 423 – 425.

GAB, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). Análisis de la producción de residuos sólidos de pequeños y grandes productores en Colombia. Bogotá.

Gilpin, A. (2003). Economía ambiental un análisis crítico. México, DF: Alfaomega.

González Ruiz, L. (1993). Tesis doctoral: Marketing de reciclado. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.

Gonzalo Prieto., (2013). Waste production must peak this century; Revista Geografía Infinita, ¿Quién genera más basura?: mapa mundial de los residuos urbanos.

Hal R. Varian., (1992). Análisis Microeconómico. Antoni Bosch Editor, Barcelona, ISBN 84-85855-63-9.

Hal R. Varian., (1999). Microeconomía Intermedia, Barcelona, quinta edición, Barcelona, Antoni Bosch editor- alfaomerga editores.

ILPES-CEPAL. (2007). Gestión y Valoración del medio ambiente y los recursos naturales. Santiago de Chile.

Jenkins, R. (1993). The economics of solid waste reduction. Aldershot: Edward Elgar Publishing Limited.

Jenkins, R., S. Martínez, K. Palmer y M. Podosky. (2000). The Determinants of household recycling: a material specific analysis of recycling programa features and unit pricing. Washington, D. C.: Resources for the Future.

Jean-Didier Lecaillon; Jean-Marie Le Page; Christian Ottavj (2008). Économie contemporaine: Analyse et diagnostics. De Boeck Supérieur. pp. 275-. ISBN 978-2-8041-5955-9.

Lecaillon, Jean-Didier; Jean-Marie Le Page; Christian Ottavj (2008). Économie contemporaine: Analyse et diagnostics. De Boeck Supérieur. pp. 275-. ISBN 978-2-8041-5955-9.

Marmolejo, R. (2004). En: Presentación Sistemas de aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios en Colombia. Procuraduría delegada para asuntos agrarios. Cali, p.3

Miller, Alan S. (1991). Gaia Connections: An introduction to Ecology, Ecoethics, and Economics, Lanham, Md., Rowman and Allenheld.

Nicholson, Walter, (2002), Microeconomía intermedia, Bogotá, Mc Graw Hill, Octava edición. Noguera, K. M. & J. T. Olivero: Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 34 (132): 347-356, 2010. ISSN 0370-3908.)

Pindyck, Robert, Rubinfeld, Daniel, (2003), Microeconomía, Madrid, Prentice Hall, 5ta edición

Pérez Rincón Mario., Rojas Padilla Johnny., Ordoñez Barona Camilo. (2010). Desarrollo Sostenible, principios, aplicaciones y lineamientos de política para Colombia. Programa Editorial Universidad del Valle.

Ramirez, camila, 2006.Evaluación de la implicaciones ambientales, sociales y económicas del manejo de los residuos sólidos en Bogotá, en el marco de la opción tarifaria para multiusuario”. Tesis de grado en Ecología, Universidad Javeriana.

Repetto, Robert C. (1986). World Enough and Time: Successful strategies for resource management, New Haven, Conn. Yale University Press.

Resolución 236 del 7 de noviembre de (2002). «Por la cual se establece la metodología para la realización de aforos a multiusuarios y se modifica la Resolución 233 de 2002». Bogotá.

Resolución 247 del 21 de mayo de (2003). «Por la cual se modifica el artículo 4º de la Resolución 233 de 2002, en relación con los requisitos que el usuario agrupado debe cumplir para acceder a la opción tarifaria de multiusuarios». Bogotá. 2003

Uribe, Silvia Mantilla., Yaromir Muñoz Molina., Gustavo López Álvarez. (2011). Análisis de la aplicación del sistema tarifario multiusuario de saneamiento: el caso de la ciudad de Medellín – Colombia. Economía Vol. XXXIV, N° 68, semestre julio-diciembre pp. 109-132 / ISSN 0254-4415.

Uribe, C.; Velazco, J.; Escobar, J. A. (1991). Evaluación de impacto ambiental como un componente de la evaluación económica. Gaceta Ambiental. Edición No. 4. Asociación Colombiana de ingeniería Sanitaria y Ambiental. Cali – Colombia. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – Organización.

Vig, Norman J., and Michael E. Kraft. (1990). Environment policy in the 1990's, Washington, D.C., Congressional Quarterly Press.

Yandle, Bruce. (1989). The political limits of environmental regulations: Tracking the unicorn, New York, Quorum Books.

### **Recursos Electrónicos**

Almansa, C. y Calatrava, J. (2001). Aplicación del método de valoración contingente a la valoración económica de las externalidades generadas en los proyectos de restauración hidrológica forestal. Departamento de Economía y Sociología Agrarias de la Junta de Andalucía. Centro de Investigación y Desarrollo Agrario. Granada. España.<http://www.cma.junta-andalucia.es/ponencias/1425.htm>

Banco Interamericano de Desarrollo. (1997). Guía para la evaluación de impacto ambiental para proyectos de residuos sólidos municipales, procedimientos básicos. BID. Washington. USA. p. 68 – 69. [http://www.iadb.org/sds/ENV/site\\_393\\_s.htm](http://www.iadb.org/sds/ENV/site_393_s.htm)  
Cámara de Comercio de Bogotá. (CCB). <http://www.ccb.gov.co>

Ciudad Limpia S.A E.S.P. <http://www.ciudadlimpia.com.co>

Comunidad Andina. <http://www.comunidadandina.org>

Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. <http://www.cra.gov.co>.

[www.codinsa.com](http://www.codinsa.com)

Environmental Protection Agency (EPA) Wastes - Resource Conservation - Conservation Tools - Pay-As-You-Throw. 2009. <<http://www.epa.gov/epawaste/conservation/tools/payt/research.htm>>.

[www.epa.gov/epaoswer/nonhw/muncpl/recycle.htm#Figures](http://www.epa.gov/epaoswer/nonhw/muncpl/recycle.htm#Figures); [www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/mswdata.htm](http://www.epa.gov/epaoswer/non-hw/muncpl/mswdata.htm)).

Fundación por el País que queremos. <http://www.porelpaisquequeremos.com>

[http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/planeacion/pgirs/eventos\\_masivos.pdf](http://www.cali.gov.co/publico2/documentos/planeacion/pgirs/eventos_masivos.pdf).

North Carolina Environment and Natural Resources (NCDENR) 1999 Pay-as-you-throw program (PAYT). <<http://www.p2pays.org/ref/01/00365.pdf>>.

Panamericana de la salud (CEPIS – OPS). <http://www.cepis.org.pe/index.html>.

[www.surcoverde.com](http://www.surcoverde.com), [www.separadonoebasura.org](http://www.separadonoebasura.org), <http://ceroco2.org/index>

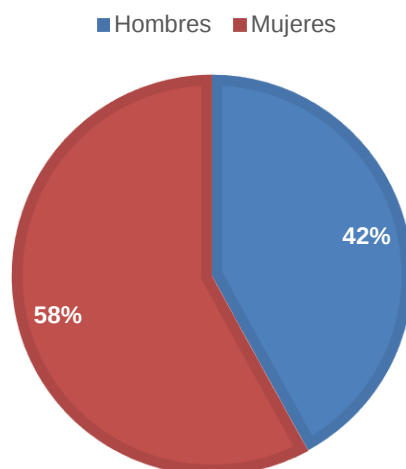
Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos (UESP). <http://www.uesp.gov.co>

## ANEXOS

### Anexo 1. Encuestas

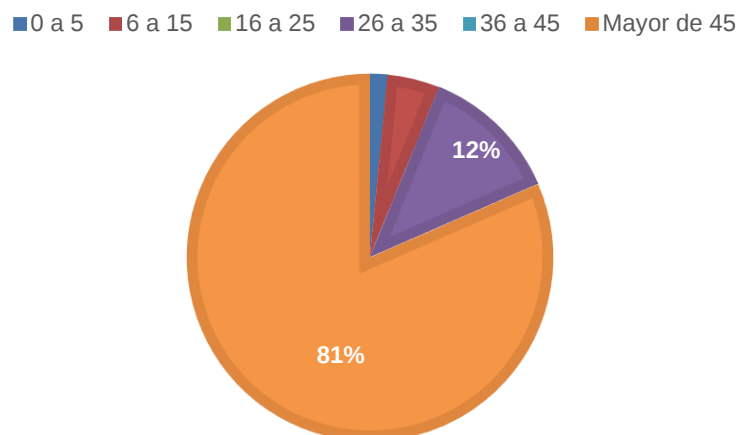
#### CARACTERISTICAS DE LOS HABITANTES DEL CONJUNTO RESIDENCIAL

**Gráfica1.**  
**Género del encuestado**

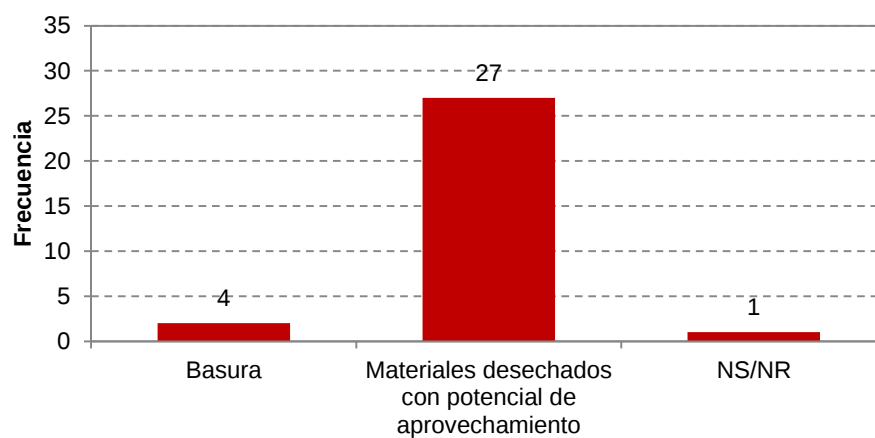


**Fuente: PGIRS COOFUNDADORES**

**Gráfica 2.**  
**Número de personas por rango de edades**

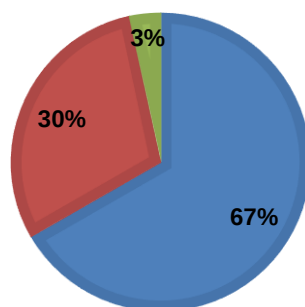


**Gráfica 3.**  
**¿Qué es un Residuo Sólido?**

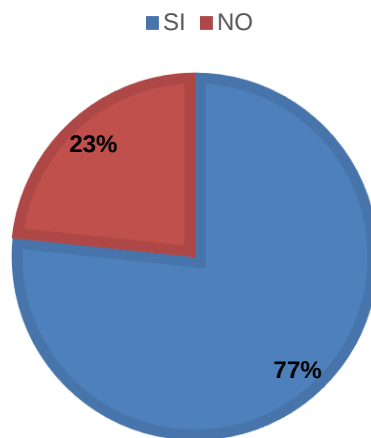


**Gráfica 4.**  
**¿Sabe qué es un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)?**

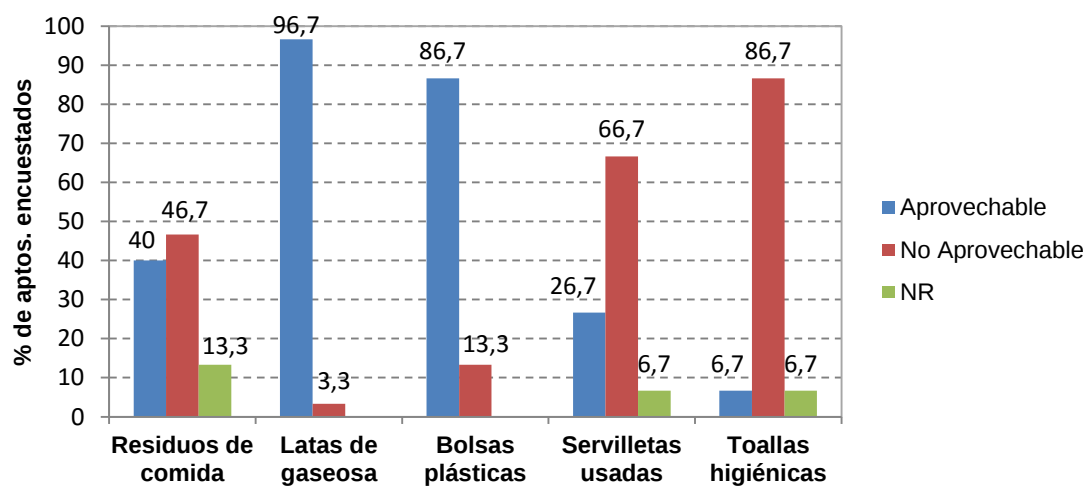
■ SI ■ NO ■ NS/NR



**Gráfica 5.**  
**¿Sabe a dónde se dirigen los residuos sólidos generados en su apartamento?**

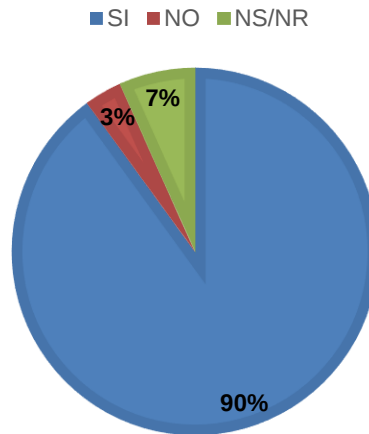


**Gráfica6**  
**Clasificación de residuos: Aprovechable y No Aprovechable**



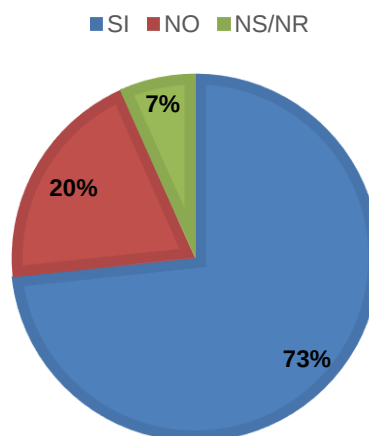
**Gráfica 7.**

**¿Tiene conocimiento del comité encargado del manejo de residuos sólidos del conjunto residencial Los Fundadores?**

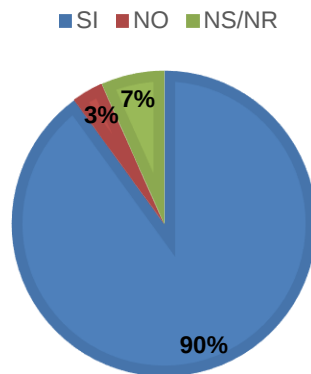


**Gráfica 8.**

**¿Conoce a las personas encargadas de la gestión de los residuos sólidos del conjunto residencial Los Fundadores?**

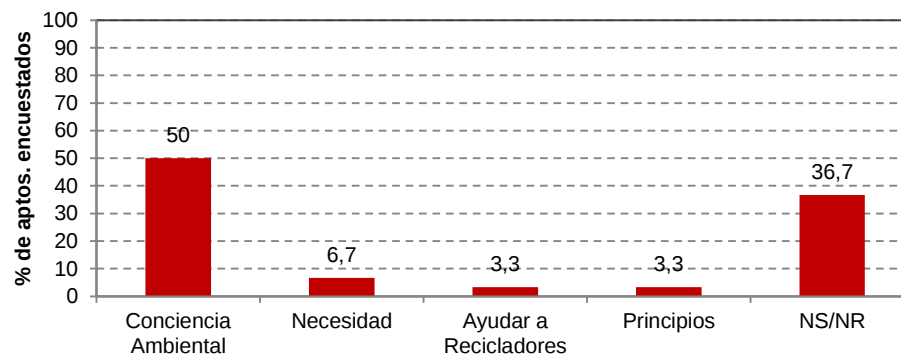


**Gráfica 9.**  
**Separación al interior del apartamento**

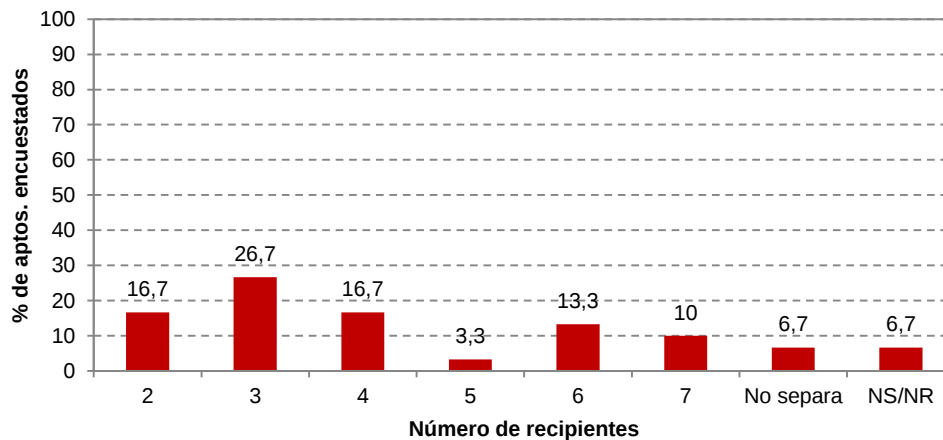


**Gráfica 10.**

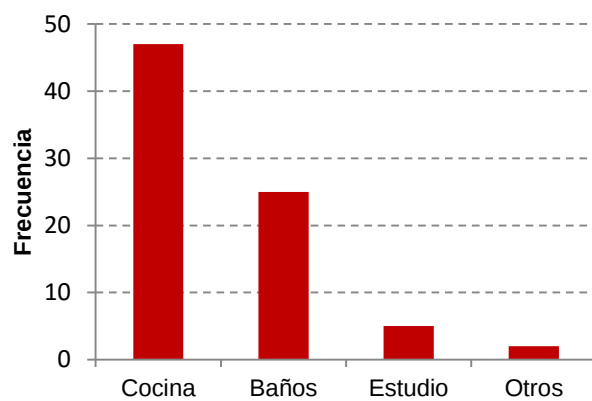
**¿Por qué hace separación?**



**Gráfica 11.**  
**Número de recipientes designados para la separación de residuos sólidos al interior del apartamento**

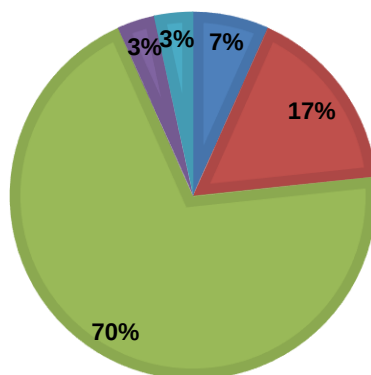


**Gráfica 12.**  
**Lugares de almacenamiento temporal al interior del apartamento**



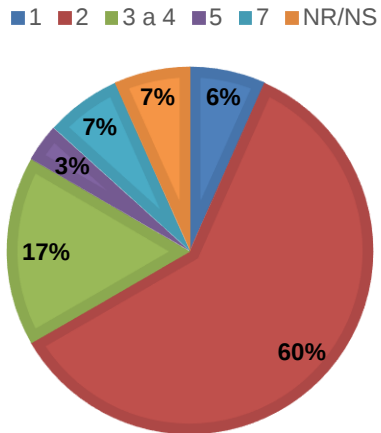
**Gráfica 13.**  
**Tipo de recipiente en el que almacena los residuos**

■ Solo bolsa plástica ■ Solo tarro plástico ■ Bolsa y Tarro ■ Otro ■ NR



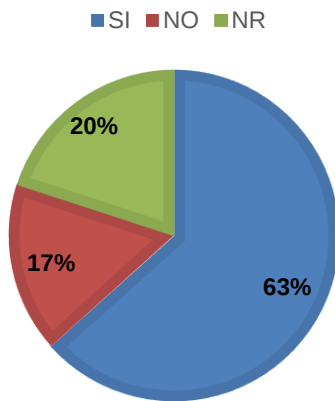
**Gráfica 14.**

**Frecuencia de presentación de residuos en el chute de basura (veces/semana)**

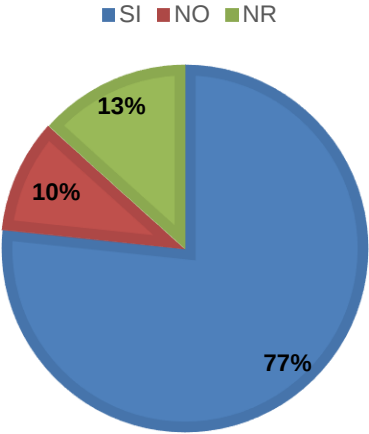


**Gráfica 15.**

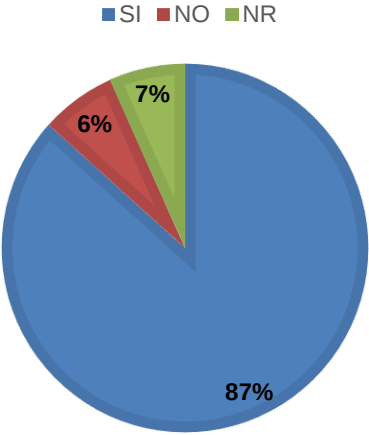
**Disposición para recibir capacitaciones**



**Gráfica 16.**  
**Compromiso de separación de residuos sólidos al interior del apartamento**

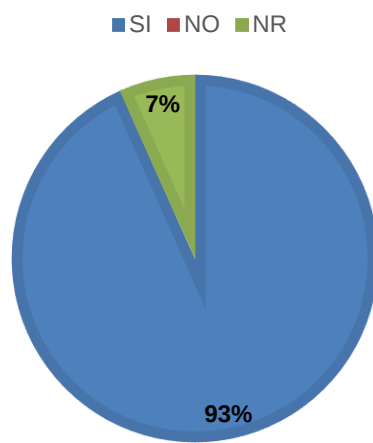


**Gráfica 17.**  
**Compromiso para entregar de forma adecuada y puntual los residuos**



**Gráfica 18.**

**Disposición para acogerse a nuevas normas para el manejo de residuos**



## Anexo 2

### GLOSARIO

A continuación se presentan algunos de los conceptos más significativos que se utilizaron en este trabajo de grado<sup>14</sup>:

- **Almacenamiento de residuos sólidos:** Es la acción del usuario de guardar temporalmente los residuos sólidos en depósitos, recipientes o cajas de almacenamiento, retornables o desechables, para su recolección por la persona prestadora con fines de aprovechamiento o de disposición final.
- **Aforo:** Es el proceso mediante el cual se determina la cantidad de residuos, estableciendo el peso y volumen de los mismos. Básicamente consiste en visitas para la realización de las mediciones puntuales que forman el aforo. El número de visitas deberá realizarse en los días que se presta el servicio, dentro de los horarios semanales habituales de recolección. El resultado del aforo deberá estimarse a partir de la medición (peso y volumen) de los residuos generados y presentados durante por lo menos dos semanas de un mismo periodo de facturación (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, Marzo 2006).
- **Aprovechamiento:** Es la actividad complementaria del servicio público domiciliario de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje.
- **Caja de almacenamiento:** Es el recipiente' técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, en condiciones de aislamiento que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales.
- **Estación de clasificación y aprovechamiento:** Son instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar.
- **Estaciones de transferencia:** Son las instalaciones dedicadas al traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de tratamiento o disposición final.

---

<sup>14</sup>Tomado de Departamento Administrativo de Planeación Municipal - DAPM Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS 2015 -2027

- Frecuencia del servicio: Es el número de veces en un periodo definido que se presta el servicio público de aseo en sus actividades de barrido, limpieza, recolección y transporte, corte de césped y poda de árboles.
- Generador o productor: Persona que produce y presenta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio público de aseo' para su recolección y por tanto, es usuario del servicio público de aseo.
- Gestión integral de residuos sólidos: Es el conjunto de actividades encaminadas a reducir la generación de residuos, a realizar el aprovechamiento teniendo en cuenta sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento con fines de valorización energética, posibilidades de aprovechamiento y comercialización. También incluye el tratamiento y disposición final de los residuos no aprovechables.
- Grandes generadores o productores: Son los suscriptores y/o usuarios no, residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen igualo superior a un metro cúbico mensual.
- Lixiviado: Es el líquido residual generado por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de los residuos sólidos bajo condiciones aeróbicas anaeróbicas y/o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.
- Multiusuarios del servicio público de aseo: Son todos aquellos suscriptores agrupados en unidades inmobiliarias, centros habitacionales, conjuntos residenciales, condominios o similares bajo el régimen de propiedad horizontal vigente o concentrados en centros comerciales o similares, que se caracterizan porque presentan en forma conjunta sus residuos sólidos a la persona prestadora del servicio en los términos del presente decreto o las normas que lo modifiquen, sustituyan o adicionen y que hayan solicitado el aforo de sus residuos para que esta medición sea la base de la facturación del servicio público de aseo. La persona prestadora del servicio facturará a cada inmueble en forma individual, en un todo de acuerdo con la regulación que se expida para este fin.
- Pequeños generadores o productores: Son los suscriptores y/o usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen menor a un (1) metro cúbico mensual.
- Persona prestadora del servicio público de aseo: Es aquella encargada de una o varias actividades de la prestación del servicio 'público de aseo, en los términos del artículo 15 de la Ley 142 de 1994 y demás que la modifiquen o complementen.
- Plan de gestión integral de residuos sólidos, PGIRS: Es el instrumento de planeación municipal o regional que contiene un conjunto ordenado de objetivos, metas, programas, proyectos, actividades y recursos definidos por uno o más entes territoriales para el manejo de los residuos sólidos, basado en la política de gestión integral de los mismos, el cual se ejecutará durante un período determinado, basándose en un diagnóstico inicial, en

su proyección hacia el futuro y en un plan financiero viable que permita garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo a nivel municipal o regional, evaluado a través de la medición de resultados. Corresponde a la entidad territorial la formulación, implementación, evaluación, seguimiento y control y actualización del PGIRS.

- **Presentación de los residuos sólidos:** Es la actividad del usuario de colocar los residuos sólidos debidamente almacenados, para la recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. La presentación debe hacerse, en el lugar e infraestructura prevista para ello, bien sea en el área pública correspondiente o en el sitio de presentación conjunta en el caso de multiusuarios y grandes productores.
- **Reciclador de oficio:** Es la persona natural o jurídica que se ha organizado de acuerdo con lo definido en el artículo 15 de la Ley 142 de 1994 y en este decreto para prestar la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos.
- **Recolección y transporte de residuos aprovechables:** Son las actividades que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo consistente en recoger y transportarlos residuos aprovechables hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento.
- **Recolección puerta a puerta:** Es el servicio de recolección de los residuos sólidos en el andén de la vía pública frente al predio del usuario.
- **Residuos de construcción y demolición:** Es todo residuo sólido resultante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas.
- **Residuo sólido:** Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.
- **Residuo sólido aprovechable:** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.
- **Residuo sólido especial:** Es todo residuo sólido que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, sin perjuicio de los que sean objeto de regulación del Sistema de Gestión Posconsumo.

- **Residuo sólido ordinario:** Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición final de estos residuos se fija de acuerdo con la metodología adoptada por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Los residuos provenientes de las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, corte de césped y poda de árboles ubicados en vías y áreas públicas serán considerados como residuos ordinarios para efectos tarifarios.
- **Residuos postconsumo:** cuando un producto, aparato o bien se daña o no se puede utilizar más y es desechado por el consumidor, se convierte en un residuo posconsumo. Estos residuos deben devolverse a sus productores (que son los fabricantes o importadores del producto), a través de los Programas Posconsumo de Residuos aprobados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, para que sus materiales sean aprovechados y no generen impactos a la salud y al ambiente. El éxito de los Programas Posconsumo de Residuos está en el trabajo conjunto de los productores junto a los demás actores: consumidores, comercializadores, autoridades ambientales y municipales. **Objetivos Fundamentales de los Programas Posconsumo de Residuos** Que los residuos posconsumo sean separados de los residuos ordinarios y manejados de forma ambientalmente adecuada. Que los materiales que componen los residuos posconsumo puedan ser reciclados, aprovechados o valorizados por empresas que cumplan con la normatividad ambiental vigente. Que los consumidores asuman comportamientos y hábitos de consumo sostenible. **Programas Posconsumo de Residuos Existentes en Colombia** Medicamentos Vencidos Computadores e Impresoras en Desuso Envases de Plaguicidas Domésticos Bombillas Fluorescentes Usadas Baterías Usadas Plomo Ácido Pilas Usadas Llantas Usada  
<https://www.minambiente.gov.co>, programa postconsumo de residuos.
- **Separación en la fuente:** Es la clasificación de los residuos sólidos, en aprovechables y no aprovechables por parte de los usuarios en el sitio donde se generan, de acuerdo con lo establecido en el PGIRS, para ser presentados para su recolección y transporte a las estaciones de clasificación y aprovechamiento, o de disposición final de los mismos, según sea el caso.
- **Sistema de pesaje:** Es el conjunto ordenado y sistemático de equipos, elementos y maquinaria que se utilizan para la determinación certera del peso de los residuos objeto de gestión en uno o varios de las actividades del servicio público de aseo y que proporciona información con datos medibles y verificables.
- **Transferencia:** Es la actividad complementaria del servicio público de aseo realizada al interior de una estación de transferencia, la cual consiste en trasladar los residuos sólidos de un vehículo recolector de menor capacidad a un vehículo de transporte a granel por medios mecánicos, previniendo el contacto manual y el esparcimiento de los mismos, con una mínima exposición al aire libre de los residuos.

- **Trasbordo:** Es la actividad de trasladar los residuos sólidos recolectados, de un vehículo a otro de mayor capacidad, evitando el contacto manual y el esparcimiento de los residuos principalmente sólidos.
- **Unidad de almacenamiento de residuos - UAR:** Es el área definida y cerrada, en la que se ubican las cajas de almacenamiento o similares para que el usuario almacene temporalmente los residuos sólidos, mientras son presentados a la persona prestadora del servicio público de aseo para su recolección y transporte.
- **Unidad Habitacional:** Apartamento o casa de vivienda independiente con acceso a la vía pública o a las zonas comunes del conjunto multifamiliar y separada de las otras viviendas, de tal forma que sus ocupantes puedan acceder sin pasar por las áreas privadas de otras viviendas.
- **Unidad Independiente:** Apartamento, casa de vivienda, local u oficina independiente con acceso directo a la vía pública
- **Usuario no residencial:** Es la persona natural o jurídica que produce residuos sólidos derivados de la actividad comercial, industrial y los oficiales que se benefician con la prestación del servicio público de aseo.
- **Usuario residencial:** Es la persona que produce residuos sólidos derivados de la actividad residencial y se beneficia con la prestación del servicio público de aseo. Se considera usuario residencial del servicio público de aseo a los ubicados en locales que ocupen menos de veinte (20) metros cuadrados de área, exceptuando los que produzcan más de un (1) metro cúbico mensual.
- **Vehículo recolector:** Es el vehículo utilizado en las actividades de recolección de los residuos sólidos desde los lugares de presentación y su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, estaciones de transferencia o hasta el sitio de disposición final.
- **Vía pública:** Son las áreas de libre circulación destinadas al tránsito público, vehicular o peatonal, o afectadas por él, que componen la infraestructura vial de la ciudad y que comprende: avenidas, calles, carreras, transversales, diagonales, calzadas, senderos, caminos, separadores viales, puentes vehiculares y peatonales o cualquier otra combinación de los mismos elementos que puedan extenderse entre una y otra línea de las edificaciones.

### **Anexo 3.**

#### **Normatividad a nivel internacional**

##### **Convenios internacionales y Residuos Sólidos**

- **Protocolo de Montreal**

Control de sustancias que agotan la capa de ozono. Septiembre de 1987. Montreal.

- **Convención de Basilea**

Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Mayo de 1989. Basilea

- **Programa o Agenda 21 ONU**

Gestión ecológicamente racional de los desechos sólidos y cuestiones relacionadas con las aguas cloacales. Junio 1992. Río de Janeiro.

- **Convención de Rotterdam**

Aplicación del procedimiento del consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y químicos peligrosos objetos del comercio internacional. Septiembre de 1998. Rotterdam.

- **Convenio de Estocolmo**

Reducción y Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP). Mayo de 2001. Estocolmo

- **Cumbre mundial del Medio Ambiente de 1992**

Principales causas del deterioro ambiental corresponde a los patrones insostenibles de Producción y Consumo.

- **Cumbre mundial de Desarrollo Sostenible 2002**

Se establece la necesidad de modificar las prácticas de insostenibles de producción y consumo

- **Proceso Marrakech de 2003**

Promueve prácticas más sostenibles de producción y consumo a través de una campaña de acción global

- **Protocolo de Kioto sobre el cambio climático**

Es un protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), y un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gas metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). El protocolo fue inicialmente adoptado el 11 de diciembre de 1997 en Kioto, Japón, pero no entró en

vigor hasta el 16 de febrero de 2005. En noviembre de 2009, eran 187 estados los que ratificaron el protocolo, actualmente pertenecen alrededor de 200 países y se extendió hasta el año 2020.

### **Posición de Colombia frente al Protocolo**

Apoyar el Principio de precaución apoyando el objetivo de la Convención. Reafirmar el principio de responsabilidad común pero diferenciada entre los países desarrollados y países en desarrollo. Apoyar la diferenciación de compromisos entre países desarrollados. Promover objetivos flexibles y de largo plazo de reducción de emisiones.

### **Convenios internacionales suscritos por Colombia con relación a los RS**

| <b>NOMBRE</b>         | <b>OBJETO</b>                                                                                                                                       | <b>FECHA DE ADOPCIÓN</b> | <b>CIUDAD DE ADOPCIÓN</b> | <b>APROBACIÓN NACIONAL</b> |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Protocolo de Montreal | Control de sustancias que agotan la capa de ozono.                                                                                                  | Septiembre de 1987       | Montreal                  | Ley 29 de 1992             |
| Convenio de Basilea   | Control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.                                                            | Mayo de 1989             | Basilea                   | Ley 253 de 1996            |
| Convenio de Rotterdam | Aplicación del procedimiento del consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y químicos peligrosos objetos del comercio internacional. | Septiembre de 1998       | Rotterdam                 | Ley 1159 de 2007           |
| Convenio de Estocolmo | Reducción y Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP).                                                                              | Mayo de 2001             | Estocolmo                 | -                          |

## A nivel Nacional

- Constitución Política de Colombia de 1991, artículos 365 al 370
- Ley 142 de 1994, Régimen de los Servicios Públicos Domiciliarios
- Ley 632 del 2000. Por la cual se modifican parcialmente las Leyes 142, 143 de 1994, 223 de 1995 y 286 de 1996, (Esquemas de prestación del servicio público domiciliario de aseo)
- Decreto Ley 2811 de 1974, Código de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente
- Ley 9ª de 1979, Código Sanitario Nacional, es un compendio de normas sanitarias para la protección de la salud humana
- Ley 99 de 1993, Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA- y se dictan otras disposiciones
- Decreto 2395 de 2000, Por medio del cual se reglamenta el artículo 2º de la Ley 511 de 1999. Por la cual se establece el Día Nacional del Reciclador y del Reciclaje
- RAS 2000, Resolución 1096 de 2000. Expedida por el Ministerio de Desarrollo Económico, por la cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS
- Decreto 838 de 2005, Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
- Decreto No. 2981 de 2013, Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo
- Resolución 0754 de 2014, Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos
- Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018. *“Todos por un nuevo país”*
- Resolución CRA 710 de 2015, (Marzo 04) *“Por la cual se presenta el proyecto de Resolución “Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones”, se da cumplimiento a lo previsto por el numeral 11.4 de artículo 11 del Decreto 2696 de 2004, y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector”.*

## **A nivel Municipal**

- Decreto 0475 de 2004, Adopción del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Santiago de Cali PGIRS 2004-2019.
- Decreto 0161 de 2005. Por medio del cual se asigna la función de coordinación del PGIRS y se dictan otras disposiciones.
- Decreto 0291 de 2005, Por medio del cual se regula la Gestión Integral de Escombros en el Municipio de Santiago de Cali.
- Decreto 0059 de febrero de 2009, Por medio del cual se adoptan manuales para la implementación de programas de gestión integral de residuos sólidos en entidades públicas, en instituciones educativas, conjuntos residenciales, centros comerciales, supermercados, almacenes de cadena, y eventos masivos en el Municipio de Santiago de Cali.
- Decreto 411200531 de 2009, Por el cual se modifica el Decreto 4110200280 de 2009. Por medio del cual se conforma el Comité de Inclusión de Recicladores de Oficio al Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Santiago de Cali
- Decreto 4110200133 de 2010, Política Pública y Plan de Inclusión de Recicladores informales a la economía formal del aseo en la ciudad de Santiago de Cali.
- Decreto de 0700 del 2010 Por medio del cual se modifica el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Municipio de Santiago de Cali PGIRS 2004-2019
- Acuerdo 326 de 2012 Por medio del cual se adopta el Plan de Desarrollo 2012- 2015 CALIDA UNA CIUDAD PARA TODOS
- Acuerdo 0327 del 2012, Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 en el Municipio de Santiago de Cali, sobre el comparendo ambiental
- Acuerdo 0373 de 2014, Plan de Ordenamiento Territorial de Santiago de Cali
- Decreto Municipal No. 411.0.20.0076 del 24 de febrero del 2015, “Por medio del cual se conforman los Grupos Interdisciplinarios para el apoyo en la evaluación, seguimiento, control y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos –PGIRS-”

## **Órdenes Judiciales para Santiago de Cali**

- Sentencia T-291 de 2009 Corte Constitucional de Colombia – **ACCION DE TUTELA**- Ordena a la Alcaldía de Santiago de Cali, EMSIRVA en liquidación y otras entidades del Municipio realizar acciones afirmativas en pro de la inclusión de los recicladores a la economía formal del aseo en la ciudad de Cali.

- Sentencia T-411 de 2009 Corte Constitucional de Colombia - **ACCION DE TUTELA** EMSIRVA ESP o la empresa que la sustituya deberá hacer posible la participación real y efectiva de los recicladores de la ciudad de Cali en la convocatoria pública para la operación y explotación de los residuos sólidos, barrido y limpieza de vías y áreas públicas, gestión comercial y otras actividades.
- Auto No. A118 de 2014 Corte Constitucional de Colombia- Evaluación de niveles de cumplimiento de las órdenes impartidas en la sentencia T-291 de 2009.