

El aprovechamiento una alternativa social y ambiental para el manejo de los residuos sólidos reciclables para la jurisdicción de la corporación autónoma regional de las cuencas de los Ríos Negro Nare – “Cornare”

Trabajo de grado para optar el título de  
Especialista en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

Luz Yaneth Quintero Soto

Luís Alberto Aristizábal Castaño

Ruth Marina Ocampo Pineda

Asesor

John Berrio López

Administrador de Empresas con énfasis en Economía Solidaria

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ingeniería

Especialización en Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos

Caldas – Antioquia

2016

## Contenido

	Pag.
Introducción	17
Justificación	18
Objetivos	19
Objetivo General	19
Objetivos Específicos	19
Marco teórico	20
Residuos sólidos	20
Composición de los residuos sólidos	20
<i>Composición física:</i>	20
<i>Procedencia de los residuos sólidos:</i>	20
<i>Factibilidad de manejo, aprovechamiento y disposición:</i>	21
<i>Grado de peligrosidad:</i>	21
Generación de residuos sólidos	21
Métodos de aprovechamiento	23
Reutilización	23
Reciclaje de los residuos sólidos	23
Compostaje	25
Recuperación de energía	25
Aprovechamiento de residuos	25
Aprovechamiento de Residuos Reciclables	26
Aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos	26
<i>El origen y desarrollo de los plásticos:</i>	26
<i>La industria de los plásticos en Colombia:</i>	27
<i>El manejo de residuos plásticos en Colombia:</i>	27
<i>Sistema de codificación de envases plásticos:</i>	28
<i>Opciones para el manejo integral de los residuos plásticos:</i>	29

<i>Clasificación y manejo de residuos de plástico en algunos países:</i>	30
<i>Reducción de residuos plásticos:</i>	30
Aprovechamiento del vidrio	31
<i>Manejo de los residuos de vidrio en Colombia:</i>	32
Normativa relacionada con residuos sólidos	33
Aprovechamiento del papel y cartón	35
Aprovechamiento, clasificación y manejo de residuos de aluminio	36
<i>Manejo de los residuos de aluminio en Colombia:</i>	37
Aprovechamiento de residuos de tela en Colombia	37
Aprovechamiento de residuos orgánicos	38
Alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos	38
Efectos de los residuos sólidos orgánicos en rellenos sanitarios y botaderos	38
<i>Generación de lixiviados:</i>	38
<i>Generación de biogás, gases de efecto invernadero:</i>	39
<i>Disminución de la vida útil del relleno sanitario y dificultad de operación:</i>	39
<i>Generación de olores:</i>	39
Beneficios ambientales generados con el reciclaje	40
Normativa	41
Normativa relacionada con el aprovechamiento de los residuos sólidos	41
Normativa relacionada con programas de pos consumo	43
Metodología	45
Proyecciones de la población	45
Información básica utilizada en la proyección de la población	46
Ajustes a población proyectada	47
Proyección de la generación de residuos sólidos	52
Información básica utilizada	52
Ajustes a proyección de generación de residuos	53
Disposición final de los residuos sólidos en once municipios de la región Cornare	53
Aprovechamiento de los residuos reciclables	53
Resultados	55
Área de estudio	55

Proyecciones de la población y distribución territorial	56
Regional Valles de San Nicolás	56
Regional Porce Nus	56
Regional Páramo	57
Regional Bosques	57
Regional Aguas	58
Generación de residuos en la jurisdicción de Cornare	59
Caracterización general de los residuos en el oriente antioqueño	61
Disposición final de los residuos sólidos en la región Cornare	62
Municipio de Rionegro	62
Municipio de El Retiro	63
Municipio de El Santuario	63
Municipio de Sonsón	63
Municipio de Alejandría	64
Municipio de Concepción	64
Municipio de El Peñol	64
Municipio de Granada	65
Municipio de Guatapé	65
Municipio de San Carlos	65
Municipio de San Rafael	66
Aprovechamiento, transformación de residuos reciclables en la región Cornare	66
Alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables producidos en la región Cornare con miras a la reutilización, transformación y comercialización	71
Etapas previas para un programa de aprovechamiento	71
<i>Separación de los residuos sólidos en la fuente:</i>	71
<i>Recolección selectiva de los residuos sólidos</i>	77
Alternativas de reutilización de materiales reciclables	78
Alternativas de aprovechamiento	78
<i>Alternativa aprovechamiento de los orgánicos:</i>	79
<i>Aprovechamiento de los Reciclables:</i>	83

*Aprovechamiento de las envolturas de mecatro para dotar de casas elaboradas en plástico reciclables a los recicladores de la región a través del programa Llena una*

<i>Botella de amor:</i>	84
Alternativas pedagógicas para aplicar la norma	87
Alternativas educativas	87
<i>Álbum Educativo del reciclaje:</i>	87
Manejo y comercialización de los residuos aprovechables	89
Incentivo por aprovechamiento	89
Obligaciones de los municipios con el aprovechamiento y disposición evitada	90
Conclusiones	92
Recomendaciones	94
Referencias	98

## Lista de Figuras

	Pag.
Figura 1. Distribución de municipios por tipo de sistema de disposición final	22
Figura 2. Sistema de identificación de envases y empaques	29
Figura 3. Diagrama de flujo de la recuperación de plásticos	29
Figura 4. Ciclo de vida ideal del plástico	31
Figura 5. Ciclo de vida ideal del vidrio	33
Figura 6. Localización región Cornare	55
Figura 7. Proyección de la población región Cornare total – urbana y rural 2015 – 2030	59
Figura 8. Generación de residuos sólidos en el Región Cornare 2015 - 2030	60
Figura 9. Manejo y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos	79

## Lista de tablas

	Pag
Tabla 1. Población en los municipios de la subregión del oriente antioqueño Según los últimos censos 1964 – 2005	47
Tabla 2. Proyección de la población para los municipios de la jurisdicción Cornare por regionales según método aritmético	49
Tabla 3. Proyección de la población para los municipios de la jurisdicción Cornare por regionales según método geométrico	50
Tabla 4. Proyección de la población en la región Cornare por municipio para 2015 – 2020 – 2025 y 203	51
Tabla 5. Proyección de producción per cápita (ppc)	52
Tabla 6. Proyección promedio – aritmética y geométrica de la población en la región Cornare Población total – urbana y rural	59
Tabla 7. Proyección de la generación de residuos sólidos totales – urbanos y rurales en la Región Cornare 2015 – 2030	60
Tabla 8. Proyección de la caracterización de los residuos en la región Cornare en toneladas/año	61
Tabla 9. Inventario de centros de reciclaje y aprovechamiento de materiales reciclables en la región Cornare	67
Tabla 10. Cálculo de valor de residuos reciclables para la región Cornare	90

## Glosario

**Acopio:** Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos post-consumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denominará centro de acopio.

**Almacenamiento:** Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final.

**Aprovechamiento y/o valorización:** Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

**Caja de almacenamiento:** Es el recipiente metálico o de otro material técnicamente apropiado, para el depósito temporal de residuos sólidos de origen comunitario, en condiciones herméticas y que facilite el manejo o remoción por medios mecánicos o manuales.

**Caracterización de los residuos:** Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades.

**Contaminación:** Es la alteración del medio ambiente por sustancias o formas de energía puestas allí por la actividad humana o de la naturaleza en cantidades, concentraciones o niveles capaces de interferir con el bienestar y la salud de las

personas, atentar contra la flora y/o la fauna, degradar la calidad del medio ambiente o afectar los recursos de la Nación o de los particulares.

**Cultura de la no basura:** Es el conjunto de costumbres y valores de una comunidad que tiendan a la reducción de las cantidades de residuos generados por sus habitantes en especial los no aprovechables y al aprovechamiento de los residuos potencialmente reutilizables.

**Disposición final de residuos:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, y los daños o riesgos a la salud humana y al medio ambiente.

**Ecología industrial:** Es una práctica innovadora que sugiere buscar alternativas que permitan convertir los residuos generados de diferentes actividades industriales, en materias que sean aprovechables como materia prima para el mismo proceso u otro, reduciendo de esta forma los costos económicos, sociales y ambientales tanto en el consumo de materia prima como en la disposición de los residuos.

**Economías de escala:** Es la óptima utilización de la mano de obra, del capital invertido y de los equipos adecuados para la prestación del servicio, traducidos en menores costos y tarifas para los usuarios.

**Eliminación:** Es cualquiera de las operaciones que pueden conducir a la disposición final o a la recuperación de recursos, al reciclaje, a la regeneración, al compostaje, la reutilización directa y a otros usos.

Escombros: Es todo residuo sólido sobrante de las actividades de construcción, reparación o demolición, de las obras civiles o de otras actividades conexas, complementarias o análogas.

Estaciones de transferencia: Son las instalaciones dedicadas al manejo y traslado de residuos sólidos de un vehículo recolector a otro con mayor capacidad de carga, que los transporta hasta su sitio de aprovechamiento o disposición final.

Generador de residuos o desechos peligrosos: Cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipara a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia.

Gestión integral: Conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

Gestión integral de residuos sólidos: Es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

Grandes generadores o productores: Son los usuarios no residenciales que generan y presentan para la recolección residuos sólidos en volumen superior a un metro cúbico mensual.

Manejo integral: Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

Minimización de residuos en procesos productivos: Es la optimización de los procesos productivos tendiente a disminuir la generación de residuos sólidos.

Pequeños generadores o productores: Es todo usuario no residencial que genera residuos sólidos en volumen menor a un metro cúbico mensual.

Presentación: Es la actividad del usuario de envasar, empacar e identificar todo tipo de residuos sólidos para su almacenamiento y posterior entrega a la entidad prestadora del servicio de aseo para aprovechamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Producción diaria per cápita: Cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de kg/hab-día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos y el número de personas por hogar estimado por el DANE.

Reciclador: Es la persona natural o jurídica que presta el servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento.

**Reciclaje:** Es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede constar de varias etapas: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva acopio, reutilización, transformación y comercialización.

**Recolección:** Es la acción y efecto de recoger y retirar los residuos sólidos de uno o varios generadores efectuada por la persona prestadora del servicio.

**Recuperación:** Es la acción que permite seleccionar y retirar los residuos sólidos que pueden someterse a un nuevo proceso de aprovechamiento, para convertirlos en materia prima útil en la fabricación de nuevos productos.

**Residuos biodegradables:** Son aquellos restos químicos o naturales que se descomponen fácilmente en el ambiente. En estos restos se encuentran los vegetales, residuos alimenticios, papeles no aptos para reciclaje, jabones y detergentes biodegradables, madera y otros residuos que puedan ser transformados fácilmente.

**Residuos de animales:** Son aquellos provenientes de animales de experimentación, inoculados con microorganismos patógenos y/o provenientes de animales portadores de enfermedades infectocontagiosas.

**Relleno sanitario:** Es el lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, daño o riesgo a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería, para la confinación y aislamiento de los residuos

sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

Residuos de barrido de áreas públicas: Son los residuos sólidos acumulados en el desarrollo del barrido y limpieza de las mismas.

Residuos de limpieza de parques y jardines: Son los residuos sólidos provenientes de la limpieza o arreglo de jardines y parques, corte de césped y poda de árboles o arbustos ubicados en zonas públicas.

Residuo o desecho peligroso: Es aquel que por sus características infecciosas, tóxicas, explosivas, corrosivas, inflamables, volátiles, combustibles, radiactivas o reactivas puedan causar riesgo a la salud humana o deteriorar la calidad ambiental hasta niveles que causen riesgo a la salud humana. También son residuos peligrosos aquellos que sin serlo en su forma original se transforman por procesos naturales en residuos peligrosos. Así mismo, se consideran residuos peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

Residuo sólido o desecho: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Igualmente, se consideran como residuos sólidos aquellos provenientes del barrido de áreas públicas.

**Residuo sólido aprovechable:** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo.

**Residuo sólido no aprovechable:** Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

**Reutilización:** Es la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados y que mediante procesos, operaciones o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran procesos adicionales de transformación.

**Receptor:** El titular autorizado para realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o la disposición final de residuos o desechos peligrosos.

**Separación en la fuente:** Es la clasificación de los residuos sólidos en el sitio donde se generan para su posterior recuperación.

**Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos sólidos incrementando sus posibilidades de reutilización o para minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

(Ministerio de Desarrollo Económico, 2002, Decreto 1713 de 2002; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005, Decreto 838; McManus, P.,y Gibbes, D,2008).

## Resumen

En el desarrollo de toda actividad humana se generan residuos sólidos que según su naturaleza se clasifican en no peligrosos y peligrosos, entre los no peligrosos se cuentan los orgánicos y/o biodegradables, reciclables y/o aprovechables, ordinarios o inertes; los residuos peligrosos, son los que presentan riesgos potenciales por tanto la gestión de éstos debe estar encaminada a proteger los seres humanos y al medio ambiente. Dentro de los residuos reciclables y/o aprovechables se encuentran, el plástico, papel y cartón, el vidrio, los metales, y los orgánicos; estos residuos son susceptibles de incorporarse a procesos productivos o de ser reutilizados en su función original o en alguna relacionada, mediante procesos simples de adecuación y/o transformación. Una vez analizada la capacidad de generación, se encontró que en la región del oriente antioqueño se cuenta con gran potencial de residuos sólidos que pueden ser aprovechables, permitiendo así disminuir la demanda de los recursos naturales, los residuos que se llevan a los rellenos sanitarios, y la emisión de gases efecto invernadero (GEI), causantes del cambio climático. Frente a la composición de los Residuos Sólidos Domésticos (RSD), los que más se producen son los residuos orgánicos, seguidos de los plásticos, papel y cartón, lo que evidencia una oportunidad para su recuperación previa, comercialización y aprovechamiento de los residuos reciclables.

Palabras clave: Aprovechamiento, residuo, reciclable, transformación, valoración.

## **Introducción**

El avance acelerado de la tecnología, ha traído consigo una creciente sociedad consumista, que pareciera no detener su marcha vertiginosa, aunado a la falta de cultura ciudadana en torno a la buena utilización de prácticas amigables con el medio ambiente, configuran una estructura compleja que requiere de estrategias novedosas y de fácil aplicación, como respuesta institucional a esta problemática.

Adicionalmente, los rellenos sanitarios que actualmente operan en el oriente antioqueño disponen de una vida útil reducida dado el volumen de residuos sólidos no degradables que diariamente los ocupan.

Pensando en ésta problemática se plantea un proyecto que además fuera válido como trabajo de grado para optar al título de Especialistas en Gestión Integral Residuos Sólidos Ordinarios y Peligrosos, denominado, El aprovechamiento una alternativa social y ambiental para el manejo de los residuos sólidos reciclables para la jurisdicción de la corporación autónoma regional de los Ríos Negro Nare – “Cornare”, con el cual se busca contribuir a la preservación del medio ambiente, afianzando la cultura del reciclaje en la región del oriente de Antioquia, como una alternativa en el manejo de los residuos sólidos aprovechables, a través de la formulación de una propuesta de técnicas para la reutilización, transformación y comercialización del material reciclable, que permita mejorar la calidad de vida de los recuperadores ambientales de la región y favorecer así la minimización en la disposición de residuos reciclables en los rellenos sanitarios.

### **Justificación**

La generación de residuos sólidos en una región con alto grado de crecimiento y con una oferta de diversidad ambiental de alta sensibilidad, sumado a la instalación de infraestructura cada vez más exigente, obligan a los entes territoriales a incluir dentro de sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la implementación de alternativas tendientes a disminuir la cantidad de residuos municipales que se llevan a los rellenos sanitarios, a fin de aumentar la vida útil de éstos y a la vez evitar el depósito a campo abierto o cuerpos de agua.

En la región Cornare, municipios como El Retiro, Guarne, Rionegro y Santo Domingo, disponen sus residuos sólidos municipales en el relleno sanitario La Pradera, y gran parte del resto de los municipios de la jurisdicción de La Corporación que a la fecha cuentan con relleno sanitario, la vida útil de estos es corta, promediando los 10 años, lo que hace necesario contar con nuevas alternativas para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final y porque no pensarse en alternativas de valorización de éstos residuos.

Conforme al Decreto 2981 de 2013, y la Resolución 0754 de 2014, se deben diseñar estrategias, programas y proyectos de fomento y máximo aprovechamiento de residuos reciclables y conforme a la Resolución CRA 710 de 2015, de nuevo marco tarifario de aseo, la tarifa contendrá reconocimiento tarifario por costos evitados por el aprovechamiento de los residuos reciclables.

Para abordar la problemática identificada se plantea el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables como una alternativa social y ambiental para contribuir a la preservación del medio ambiente, afianzando la cultura del reciclaje en la región.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Contribuir a la preservación del Medio Ambiente, afianzando la cultura del reciclaje, como una alternativa socio ambiental en el manejo de los residuos reciclables para la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los Ríos Negro y Nare – “Cornare” a través de la formulación de una propuesta de técnicas para la reutilización, transformación y comercialización del material reciclable.

### **Objetivos Específicos**

Cuantificar la generación de residuos sólidos domésticos y su aprovechamiento, a fin de determinar los volúmenes que tienen como única alternativa la disposición final en rellenos sanitarios y la cantidad de los residuos reciclables a nivel municipal y regional.

Inventariar por tipo de residuos las entidades que realizan procesos de aprovechamiento de materiales reciclables en la región Cornare.

Elaborar una propuesta de aprovechamiento de los residuos reciclables con técnicas para la reutilización, transformación y comercialización, que permita mejorar los ingresos de los recuperadores ambientales de la región y favorezca la minimización en la disposición de residuos en los rellenos sanitarios

## **Marco teórico**

### **Residuos sólidos**

El Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT, 2013, 5), define en el Decreto 2981, el residuo sólido “Como cualquier objeto, material, sustancia o elemento, resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, o de servicios” .Incluye el barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped, y poda de árboles. Si no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

#### **Composición de los residuos sólidos**

En Colombia, el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT, 2012, 49 – 50) clasifica los residuos, según su composición física, procedencia, factibilidad de manejo, aprovechamiento y disposición, y grado de peligrosidad.

#### ***Composición física:***

Residuos orgánicos crudos, residuos de poda, corte de césped y jardinería, productos de papel y productos de cartón, plásticos, textiles, metales ferrosos, compuestos de aluminio y otros metales no ferrosos, vidrio, madera, caucho (goma), cuero, ceniza, rocas y escombros, huesos y otros.

#### ***Procedencia de los residuos sólidos:***

Residenciales, industriales, comerciales, institucionales, hospitalarios no peligrosos, de barrido manual o mecánico y limpieza de áreas públicas y de escombros.

***Factibilidad de manejo, aprovechamiento y disposición:***

Ordinarios y especiales (la gestión de estos es diferente a la convencional, debido a características como el volumen de los residuos, los requerimientos de transporte, peligrosidad o potencial de recuperación. Ejemplo: llantas usadas, materiales de envase y empaque, colchones, muebles, residuos de construcción y escombros y residuos de aparatos eléctrico y electrónicos)

***Grado de peligrosidad:***

No peligrosos y peligrosos (la gestión es independiente del servicio público de aseo)

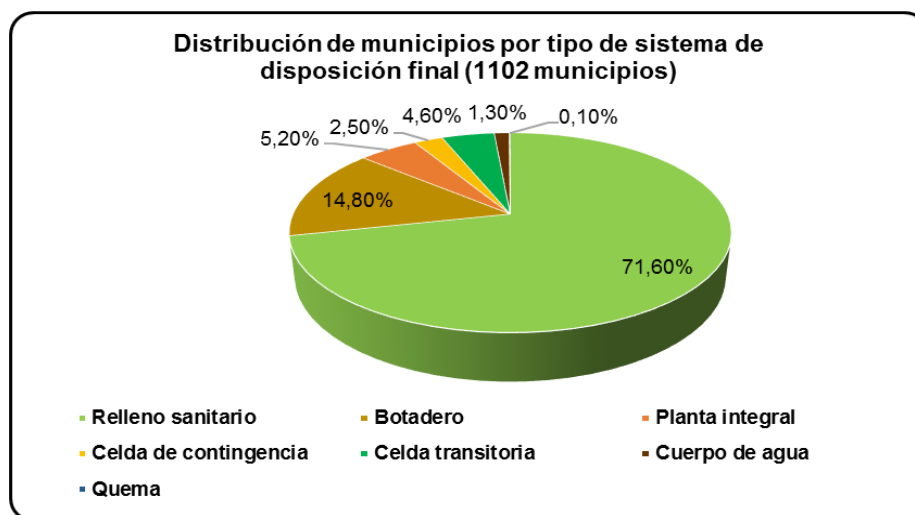
**Generación de residuos sólidos**

La generación de residuos sólidos a nivel mundial varía dependiendo del tipo de país así, para los industrializados, la producción per cápita ppc (Kg./Hab.-día) es de 1.5 y entre el 30 y el 50% de los residuos generados son aprovechables; para los países en vía de desarrollo (Ingresos Medios), la producción per cápita ppc (Kg./Hab.-día) es de 0.9 y entre el 20 y el 30% de estos son aprovechables; para los países en vía de desarrollo (Ingresos Bajos), la producción per cápita ppc (Kg./Hab.-día) es de 0.6 y entre el 10 y el 20% de los residuos generados son aprovechables.

Para américa latina y del caribe en el año 2013, con una proyección de población de 680.000.000 habitantes y una producción per cápita de 0.90 Kg./Hab.-día el total de residuos sólidos urbanos generados para esa vigencia fue de 223.380.000 Ton/año. Se estima que se recuperaron entre el 2%y el 5% de los residuos municipales generados. El 50% de los residuos recolectados son dispuestos en botaderos a cielo abierto, y el resto es dispuesto en rellenos sanitarios. (Banco Mundial, 2011).

Los residuos sólidos dispuestos a nivel nacional en los años 2010 -2011 fue de 26.537 Ton/día y para 2012 – 2013 fue de 26.726 Ton/día. De los 1102 municipios solo el 71,60% dispone en relleno sanitario, 14,80% en botaderos, el 5,20% en planta integral, el 2,50% en celda de contingencia, el 4,60% en celda transitoria, el 1,30% en cuerpos de agua y el 0,10% quema los residuos. (Superservicios Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, SSPD, 2013, 2 – 3).

Figura 1. Distribución de municipios por tipo de sistema de disposición final



Fuente: SSPD – Informe Nacional de Disposición Final 2013

Los componentes, procesos y relaciones más importantes a tener en cuenta en la generación de residuos sólidos, son: ecología industrial, gestión ambiental, características de los residuos sólidos y alternativas de gestión, los cuáles se relacionan entre sí con un objetivo en común, que es aprovechar ordenadamente los recursos naturales o residuos, que permiten el ciclo continuo de los procesos biológicos.

## **Métodos de aprovechamiento**

Como criterios básicos y requerimientos que debe cumplir la actividad de aprovechamiento como parte del manejo integral de los residuos sólidos, el Ministerio de Desarrollo Económico (MDE, 2000, F.50 – F.56) en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000, considera como métodos de aprovechamiento, la reutilización, el reciclaje, el compostaje y la recuperación energía.

### **Reutilización**

Los residuos sólidos reutilizables pueden utilizarse de la siguiente forma:

Directamente Madera, barriles, muebles, etc.

Materia prima para la fabricación y reprocesamiento: Aluminio, papel y cartón, plásticos, vidrio, metales férreos, goma y textiles.

Alimentación para la producción de compost: Residuos de jardín, fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos

Otros productos de conversión química y biológica como fuente de combustible para la producción de energía: Residuos de jardín, fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, plásticos, papel residual, madera y neumáticos.

Recuperación de terreno: Residuos de construcción y demolición.

### **Reciclaje de los residuos sólidos**

André y Cerdá (2005, 7), consideran que el reciclaje es un método que ha sido objeto de una creciente popularidad gracias a sus ventajas económicas y ambientales, en primer lugar, los materiales reciclados permite ahorrar recursos naturales escasos, y

en segundo lugar permite realizar un tratamiento de los residuos más limpio que otras alternativas y reducir la ocupación del espacio de los vertederos.

Suecia ejemplo a nivel mundial, el 99 % de la basura recolectada es reutilizada y transformada en energía y nuevos productos. La gerente de Proyectos de la Asociación Sueca de Gestión de Residuos, Jenny Åström, en entrevista con EL MUNDO, indicó que las claves que llevaron a Suecia a convertirse en un país que cada vez depende menos de la compra de petróleo o de energía eléctrica son: una buena política ambiental, control administrativo efectivo y sobre todo, una cultura de reciclaje y de cuidado del medio ambiente por parte de sus ciudadanos. El material recolectado lo utilizan para producir energía o crear nuevos materiales, biogasolina para los buses de servicio público y para los camiones que recogen las basuras, y para producir energía eléctrica y calentar las casas. Expreso además que “El sistema del manejo de residuos de Suecia no es un problema si no un recurso”. (Ramírez Coral, 2014).

En América Latina, en los últimos años han tenido lugar multimillonarias inversiones para la instalación de plantas de reciclaje de última tecnología que inclusive permiten la recuperación de plásticos pos consumo para la fabricación de envases que estarán en contacto con alimentos (reciclaje botella a botella), como se ha reseñado en ediciones anteriores mediante los casos exitosos de Enka y Aproplast en Colombia, de SMI en Perú y de PetStar en México. (Castro, 2013, 1-3)

### **Compostaje**

Deben tener estudio de factibilidad económica, el compostaje puede ser aerobio o anaerobio. En la operación del compostaje se debe mitigar los impactos que se puedan generar durante la operación porque pueden disminuir la calidad del agua y del aire y comprometer la salud y bienestar de la comunidad. (MDE, 200, 51- 54)

### **Recuperación de energía**

Consiste en aprovechar el gas generado en el relleno sanitario. Los métodos de tratamiento del gas son el quemado que es un método de combustión controlada, se recomienda cuando hay suficiente gas metano presente en el gas, y el procesamiento de gas y recuperación de energía, el cual puede ser conducido directamente por tubería para ser utilizado como gas natural, siempre y cuando no existan otros gases malolientes o tóxicos que interfieran con su uso final o afecten las condiciones de operación de los sistemas de gas natural. (MDE, 2000, 56)

### **Aprovechamiento de residuos**

Uno de los propósitos del aprovechamiento es “Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final”. (MVCT, 2013, 31)

De las 28.800 toneladas diarias de residuos que se generan en Colombia sólo 3.800 toneladas (13%) son recuperadas y reincorporadas en el ciclo productivo.

De ese 13%, aproximadamente 2.100 toneladas diarias (7%) son recuperados y comercializados por los denominados recicladores o recuperadores informales y unas 1.600 (6%) son reincorporadas al ciclo

productivo a través de convenios directos entre el comercio y la industria. (Mejía, 2010).

### **Aprovechamiento de Residuos Reciclables**

En el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables clasifican: el plástico, el vidrio, papel y cartón, metales, orgánicos y otros residuos como son, llantas usadas, residuos de aparatos electrónicos y eléctricos (RAES), residuos de construcción y demolición (RCD), aceite usado, residuos de textiles, tetrapack, baterías, residuos forestales y de la madera. Para éste proyecto no se incluye el aprovechamiento de los residuos especiales o de pos consumo o también denominados otros residuos.

Según Lecitra (2010, 10-11) se pretende que en la mayor cantidad de posibles industrias se implementen los sistemas sostenibles, que constituyen formas de obtener un rendimiento de los residuos, a la vez que permiten su reincorporación a los ciclos productivos, obteniendo un aprovechamiento más óptimo de los recursos naturales, minimizando el impacto sobre el medio ambiente al reducir la contaminación que generan los otros sistemas

### **Aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos**

#### ***El origen y desarrollo de los plásticos:***

Hacen parte del grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros, conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno. Las propiedades físicas y su estructura molecular cambian dependiendo de la estructura que forma el carbono al asociarse con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. La producción de plásticos data de 1869 cuando se creó el celuloide que en 1884 dio origen a la película fotográfica; desde comienzo de 1960 se

produjo un marcado crecimiento en la industria de los plásticos. La principal materia prima para la producción de plásticos, además del gas natural, es el petróleo. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2004, 14)

La Gerencia de Servicios a la Ciudad y Medio Ambiente de la Municipalidad de Santiago de Surco, dentro de los beneficios de reciclar informa que “Cada año se fabrican 200 millones de toneladas de plástico, y solo se recicla menos del 4%, su degradación puede superar los 500 años si son enterrados en los rellenos sanitarios”. Surco Verde.

Entre las resinas plásticas más comunes se tiene: Polietilen tereftalato (PET), polietileno, (PEAD – PEBD), polipropileno (PP), poliestireno (PS), y cloruro de polivinilo (PVC). (MAVDT, 2004, 15)

#### ***La industria de los plásticos en Colombia:***

Caracterizado por ser, la actividad manufacturera más dinámica de las últimas tres décadas, con un crecimiento promedio anual del 7%. Para el año 2003 el sector de los plásticos exportó 249 millones de dólares FOB, con un promedio de participación del 3,3% en el total de las exportaciones industriales. En el mismo año las importaciones de productos manufacturados de plástico alcanzaron los 260 millones de dólares, equivalentes al 2,2% de las importaciones industriales (MAVDT, 2004, 16)

#### ***El manejo de residuos plásticos en Colombia:***

La tecnología más utilizada para el aprovechamiento de estos residuos es el reciclaje mecánico, en menor proporción no muy significativa, el reciclaje químico y se está evaluando la incineración con recuperación de energía para el manejo de algunos empaques y envases plásticos contaminados con agroquímicos.

En Colombia desde la década de los ochenta ACOPLASTICOS, ha adelantado acciones tendientes a promover la incorporación de la variable ambiental en las actividades de las empresas del sector de los plásticos. (MAVDT, 2004, 20)








*Sistema de codificación de envases plásticos:*

Sistema utilizado internacionalmente, que ayuda a identificar en los envases, botellas, contenedores y recipientes en general, el tipo de material plástico usado para su fabricación. Facilitando notablemente la selección, recuperación, y reciclaje de las diferentes resinas y compuestos plásticos, permite además disminuir la cantidad de materiales que se incineran o se desechan en rellenos sanitarios, adicionalmente generan empleo a través de la industria de recuperación.

El símbolo universal del reciclaje se compone de tres flechas que forman un triángulo con un número en el centro y letras en la base, donde el número y las letras indican la resina usada.

Con el sistema de símbolos utilizado, lleva a una fácil identificación de las diferentes resinas plásticas presentes en los envases, que al ser reciclados, pueden transformarse en artículos para otras aplicaciones de uso durable, con todos los beneficios que esto conlleva. La industria de plásticos a través de este sistema, demuestra su compromiso con la protección del medio ambiente y establece una acción concreta para educar a los usuarios y contribuir a la solución del manejo de residuos sólidos. (MAVDT, 2004, 21)

Figura 2. Sistema de identificación de envases y empaques

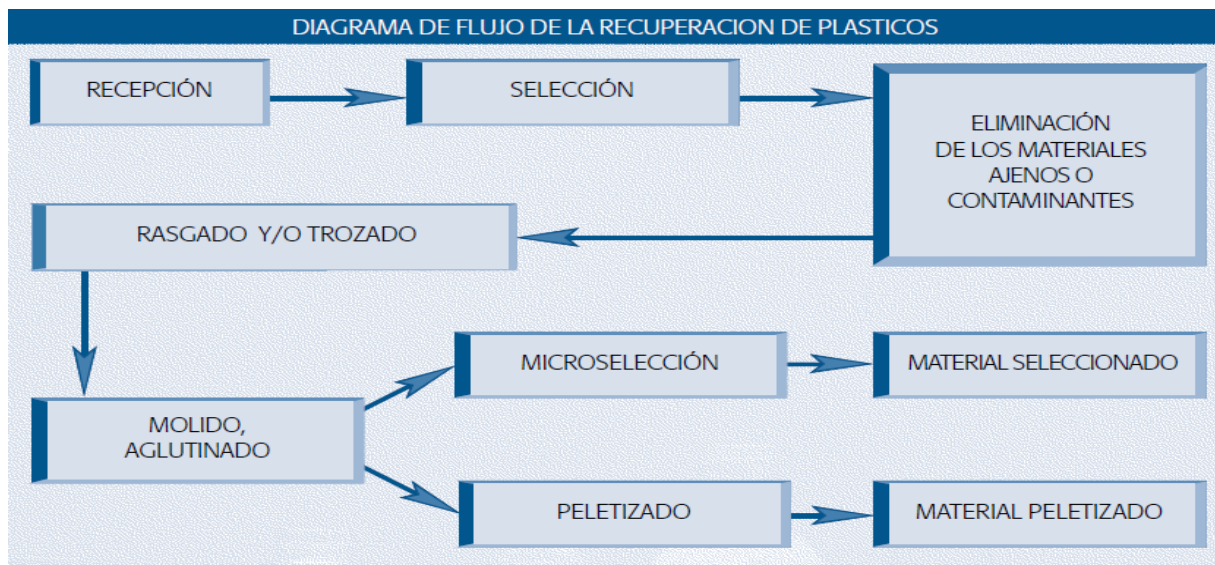
SISTEMA DE IDENTIFICACION DE ENVASES Y EMPAQUES						
Tereftalato de Polietileno PET	Polietileno de alta densidad PEAD	Policloruro de vinilo PVC	Polietileno de baja densidad PEBD	Polipropileno pp	Poliestireno PS	Otros
						

Fuente: Adaptado Guías Ambientales Sector Plástico (MAVDT, 2004, 21)

***Opciones para el manejo integral de los residuos plásticos:***

Reducción de la fuente, reutilización, reciclaje mecánico (primario o pos industrial, secundario o pos consumo), reciclaje químico (o terciario), incineración (reciclaje cuaternario), disposición final (en rellenos sanitarios, incineración sin recuperación de energía, incineración con recuperación de energía). (MAVDT, 2004, 64)

Figura 3. Diagrama de flujo de la recuperación de plásticos



Fuente: Guías Ambientales Sector Plástico (MAVDT, 2004, 74)

### ***Clasificación y manejo de residuos de plástico en algunos países:***

Japón, catalogado como el país más avanzado en este campo, registró una tasa de reciclaje de botellas de PET (volumen total de recolección/volumen de botellas vendidas) de 77,9 % en 2009, según datos del Consejo de Reciclaje de Botellas de PET (2009) de ese país. Por su parte, Europa tiene cifras consolidadas de 48,3%, de acuerdo con la Asociación Europea de Reciclaje de Contenedores de PET (Petcore), y Estados Unidos de 28%, según la Asociación de Resinas de PET (Petra). Brasil es el líder con una tasa de 55,6%, seguido por Argentina con 34%, según reportes de la Asociación Brasileña de la Industria del PET (Abipet) María Natalia Ortega Leyva (2011).

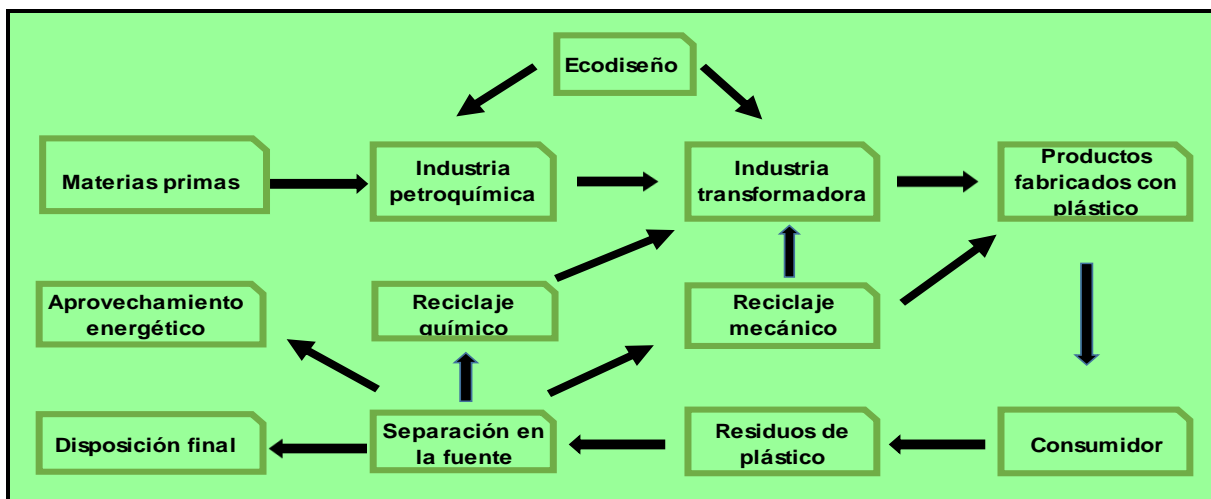
La compañía ecuatoriana Enkador, dedicada a la fabricación de hilos de poliéster y nylon, se convirtió en la primera empresa en instalar una planta de transformación de botellas plásticas de PET post consumo en gránulo reciclado (RPet) que cumple con las especificaciones de la FDA (Food and Drug Administration) y por tanto, es apto para la fabricación de envases de alimentos y bebidas para consumo humano. Además del uso final en envases, con algunas variaciones, el gránulo puede emplearse en la producción de filamento ecológico diferenciado para la elaboración de tejidos y prendas enfocadas a un consumidor eco-responsable. (Castro, 2013, 1-3).

### ***Reducción de residuos plásticos:***

Para lograr una gestión adecuada en la reducción de los residuos plásticos, el primer paso es la reducción en la fuente, acción que involucra diversas actividades

tendientes a disminuir el uso de recursos y materias primas en la producción de artículos. En la industria del plástico, debe aplicarse en la etapa de producción, responsabilidad que recae sobre los primeros actores de la cadena de gestión, es decir sobre: Los fabricantes de los diferentes plásticos (Industria petroquímica), las empresas que fabrican los diferentes productos finales (Industria transformadora) y quienes diseñan los envases para los productos (Envasadores). (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial MAVDT, 2008, 12).

Figura 4. Ciclo de vida ideal del plástico



Fuente: Adaptado Manual 2 Plástico y vidrio. Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos

### **Aprovechamiento del vidrio**

De los materiales reciclables, el vidrio se destaca entre los demás por ser 100% reciclable ya que puede ser sometido a este proceso un infinito número de veces sin perder su calidad.

Según Music in the Wonderland, un kilo de envases de vidrio fundido puede convertirse en un kilo de nuevos envases de idénticas características, es decir, una vez fundidos, los envases vuelven a ser materia prima tan pura como la obtenida

directamente de la naturaleza, con ciertas ventajas técnicas, ya que el vidrio reciclado se procesa a menor temperatura que el que se produce por primera vez.

Con el mercado en pleno crecimiento, el reciclaje supone el descenso del uso de las materias primas que serían necesarias en la creación de envases de vidrio, según la demanda actual. Solo en España se consumieron durante el año 2012 más de 1.400.000 toneladas de vidrio, que si no se reciclara el uso de recursos naturales sería mucho mayor. Entre 1990 y 2012, el consumo de productos envasados en vidrio aumentó un 39% en Europa, mientras que el reciclaje de este material se incrementó en torno al 131%.Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio. Anfevi (2014)

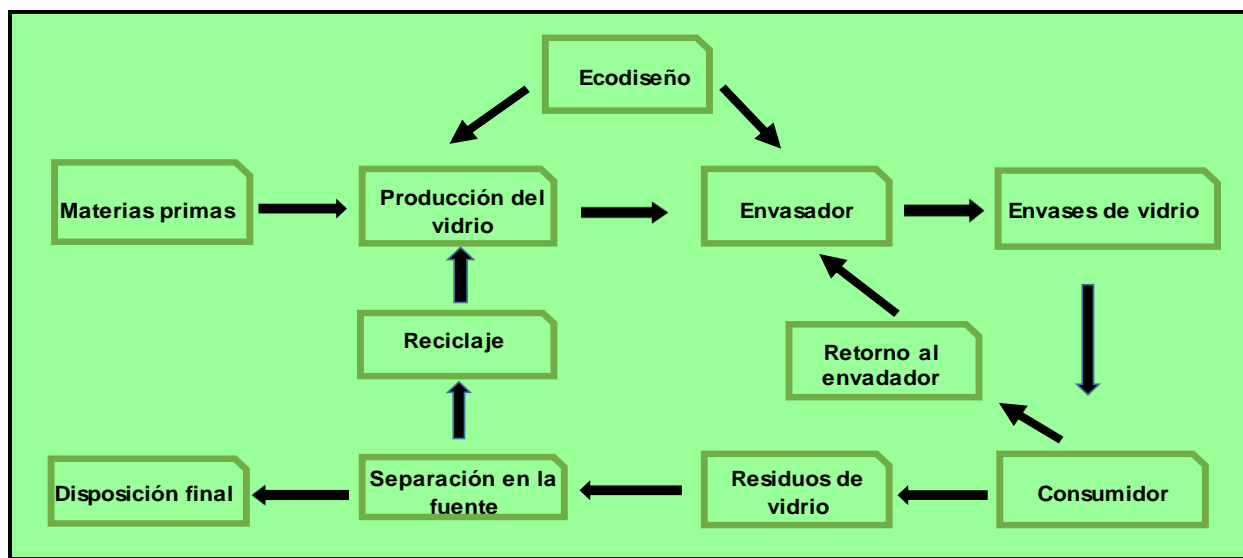
Según la Agencia de Protección Ambiental (Environmental Protection Agency o EPA), en el 2008 a los vertederos llegaron 12,2 millones de toneladas de vidrio. Si se recuperara y se reciclara, no se utilizarían materiales naturales como la arena, el carbonato de sodio y la piedra caliza para producir vidrio virgen. El vidrio puede reciclarse muchas veces sin perder su fuerza y hasta el 90 por ciento de vidrio reciclado se puede utilizar para hacer nuevos envases. (eHow, 2012).

#### ***Manejo de los residuos de vidrio en Colombia:***

Es uno de los países de América del Sur que más vidrio recicla. La industria vidriera nacional recicla hasta el 51% del total que se utiliza. Peldar es la empresa de reciclaje más importante que opera en Colombia, con un total de cuatro plantas e inversiones anuales por encima de los 21.000 millones de pesos, situadas en Cogua y Soacha en el centro del país, Envigado -al sur de Medellín- y Buga -al norte de Cali. Su

labor es fundamental para el cuidado del medio ambiente: al año reciclan 120.000 toneladas de vidrio, equivalentes a 500 millones de envases. Al mes fabrican 65.000 unidades, lo mismo que 15.500 toneladas empacadas de más de cien referencias distintas. Gracias a ello, la compañía logró durante 2010 reducir en un 14% las emisiones de gas carbónico. Ferney Arias Jiménez (2012)

Figura 5. Ciclo de vida ideal del vidrio



Fuente: Adaptado Manual 2 Plástico y vidrio. Construcción de criterios técnicos para el aprovechamiento y valorización de residuos sólidos

### **Normativa relacionada con residuos sólidos**

*Decreto – Ley 2811 de 1974: Código de los Recursos Naturales.*

*Ley 9 de 1979. Código Sanitario Nacional.*

*Constitución Política de Colombia de 1991.*

*Ley 99 de diciembre 22 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.*

*Ley 142 de 1994:* Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios donde se incluye el servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.

*Decreto 605 de 1996:* Por medio del cual se establecen los lineamientos para la adecuada prestación de un servicio de aseo desde su generación, almacenamiento, recolección y transporte, transferencia hasta su disposición final y las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo (Capítulo I del Título IV).

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

*Ley 388 de 1997:* Marco general del ordenamiento territorial. Debe incluir la variable ambiental dentro del escenario de desarrollo urbanístico.

*Resolución 1096 de 2000:* Por el cual se adopta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.

*Resolución 201 de 2001:* Por la cual se establecen las condiciones para la elaboración, actualización y evaluación de los planes de gestión y resultados.

*Decreto 838 del 23 de marzo de 2005:* Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos, consideraciones ambientales sobre rellenos sanitarios, fomento a la regionalización de los rellenos sanitarios y se dictan otras disposiciones.

*Ley 1259 de 2009:* Comparendo Ambiental.

*Ley 1333 de del 21 de julio de 2009:* Régimen sancionatorio ambiental. Incorpora principios ambientales y constitucionales. Establece tipos de sanciones, y se crea el Registro Único de Infractores Ambientales, RUIA.

*Resolución 0154 del 19 de marzo de 2014:* Por la cual se adoptan los lineamientos para la formulación de los Planes de Emergencia y Contingencia para el manejo de desastres y emergencias asociados a la prestación de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y se dictan otras disposiciones

*Resolución 0754 de noviembre de 2014:* Deroga la Resolución 1045 de 2013 y Resolución 0477 de 2004. Por la cual se adopta la Metodología para la formulación, implementación, evaluación y seguimiento de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS.

### **Aprovechamiento del papel y cartón**

A nivel mundial la primera consumidora de madera es la industria del papel, proveniente el 17% de bosques primarios. “Cada persona consume 183 kilos de papel por año, de los que el 20% provienen de los bosques primarios de Canadá, de Finlandia, de Indonesia o de Rusia”. Fundación azul Ambientalistas.

En 2014 la industria española de la recuperación y el reciclado de residuos de papel y cartón, transformó 4,4 millones de toneladas de estos residuos en materias primas reciclables. El 12% de estos residuos (528.000 toneladas) provinieron de los sistemas municipales de recogida selectiva y de la colaboración ciudadana, y el 88% restante (3,8 millones de toneladas) de los sistemas de recogida comerciales e industriales, promovidos y gestionados íntegramente por empresas privadas. Mas Verde. Noticias Verdes.

El papel y el cartón son los materiales más reciclados en Europa con un 81,3%, seguido del acero (74%), vidrio (70%) y aluminio (67%).

Europa se sitúa a la cabeza con una tasa de reciclaje de 71,7%, le sigue Norte América (65%), el tercer lugar la media mundial (58%), continúan Asia (53%), América latina (42%) y por último África (36%).

Los logros conseguidos en Europa, traen consigo beneficios, al reducir el 18,4% de las emisiones de CO<sub>2</sub> por cada tonelada de papel producida en Europa desde 2005 hasta el año 2013. Fundación Vida Sostenible (2014).

### **Aprovechamiento, clasificación y manejo de residuos de aluminio**

La alta durabilidad del aluminio y su reciclaje 100%, sin pérdida de calidad, ha establecido su reputación como el metal verde. Su notable resistencia y características de bajo mantenimiento lo convierten en el material de construcción definitivo de una industria que está en constante búsqueda de alternativas más resistentes, ligeras, duraderas y ecológicas. (Interempresas, 2011).

En 2010, Estados Unidos generó alrededor de 1,9 millones de toneladas de aluminio, envases y embalajes, de estos 1,5 millones de toneladas de aluminio se

utilizaron para fabricar productos duraderos y no duraderos, como electrodomésticos y piezas de automóviles. Y en el 2010, el 50 % de aluminio para la cerveza y envases para bebidas gaseosas generadas fueron reciclados (alrededor de 0,7 millones de toneladas). El Reciclaje.

La tasa del total de latas de aluminio recicladas en los 27 países de la UE, incluyendo los países que componen la EFTA y Turquía, fue aumentando durante el 2008 hasta alcanzar un 63,1%. En el 2007 alcanzó un 61,8%, y el 2006 fue del 57,7%. Este aumento del 5,4% durante los dos últimos años representa un considerable ahorro en la huella de carbono de más de 310.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

El número total de latas de bebidas de aluminio consumidas en Europa creció de 32 millones de unidades en 2007 a 34 millones en 2008, resultando ser más de un 70% de todo el mercado europeo de latas de bebidas.

#### ***Manejo de los residuos de aluminio en Colombia:***

Durante el año 2004 la industria nacional produjo 41.000 toneladas de chatarra de cobre y aluminio, de las cuales se exportaron, a través de los grandes depósitos de chatarra, 14.000 toneladas y para la producción nacional se aprovecharon 16.000 toneladas de cobre y 11.000 toneladas de aluminio. (Mejía , 2010).

#### **Aprovechamiento de residuos de tela en Colombia**

Se estima que aproximadamente se desperdician 15.000 toneladas de residuos de tela al año. Algunas empresas tales como “riochevi” se dedican a la recuperación de dichos residuos logrando una recuperación de aproximadamente 6000 toneladas al año. Víctor Andrés Álvarez C. (2015).

### **Aprovechamiento de residuos orgánicos**

Los residuos sólidos orgánicos, son aquellos que su estructura la componen el carbono, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno, los cuales pueden descomponerse por acción natural de organismos vivos, como lombrices, bacterias y hongos. Clasifican como residuos sólidos orgánicos, las cáscaras de frutas y verduras, residuos de, alimentos, frutas, consumo de alimentos, residuos de cosechas, jardinería y poda de plantas, de plazas de mercado, centros de abasto. Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA, 2012, 5)

#### **Alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos**

A nivel de los municipios menores de 30.000 habitantes las alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos, más utilizadas es el compostaje, y la lombricultura, en algunas localidades se ha implementado alternativas como la biodigestión y generación de energía, combinación de los anteriores, la incineración, pirolisis, plasma. Acosta Velásquez, John Jairo (2015, 19)

#### **Efectos de los residuos sólidos orgánicos en rellenos sanitarios y botaderos**

Teniendo como referente que del total de los residuos sólidos urbanos generados más del 55% son orgánicos, es una fracción bien importante durante todas las etapas del servicio de aseo y especialmente en la disposición final, situación que contribuye a elevar los costos de operación y al incremento en los impactos ambientales como son:

#### ***Generación de lixiviados:***

Al descomponerse los residuos orgánicos al interior de los sitios de disposición final sean rellenos sanitarios o botaderos, por su gran contenido de humedad que

puede oscilar entre un 50% y un 80%, se generan los lixiviados. Vertimiento que puede infiltrarse a través del suelo contaminando las aguas superficiales y en algunos casos las subterráneas.

***Generación de biogás, gases de efecto invernadero:***

La degradación anaerobia de estos residuos genera gases, principalmente metano, gases considerados de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

***Disminución de la vida útil del relleno sanitario y dificultad de operación:***

En los sitios de disposición final estos residuos ocupan mayor espacio reduciendo así la vida útil de los rellenos sanitarios. Debido al grado de humedad y su composición demandan mayor cantidad de material de cobertura.

***Generación de olores:***

El proceso de degradación en condiciones anaeróbicas de los residuos orgánicos al interior de los sitios de disposición final emanan olores que deben ser controlados y mitigados. (MMAyA, 2012, 7)

En Colombia el impacto de los residuos orgánicos en los rellenos sanitarios y botaderos a cielo abierto es devastador, pues el alto contenido de humedad (75% - 80%), con el agua lluvia y las condiciones de ausencia de oxígeno en estos sitios son la fuente principal de líquidos lixiviados (aguas altamente contaminadas) y se producen 0,5 litros por cada familia/día, su tratamiento es complejo y de alto costo (3,5 u\$/m<sup>3</sup>), es así como, ningún relleno sanitario del país cumple con las normas técnicas autorizadas para descargar esta agua residual en un cuerpo de

agua, según lo establecido en el Decreto 3930/2010 por cada kg/día de residuos orgánicos que genera una familia de 4 personas, se generan 750 litros de gas metano (CH<sub>4</sub>), gas de efecto invernadero 20 veces más impactante que el CO<sub>2</sub> y uno de los causantes del cambio climático en el mundo. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2013, 25).

### **Beneficios ambientales generados con el reciclaje**

Ayuda a conservar los recursos limitados, según declaraciones del Departamento de Protección Ambiental de Pennsylvania “Al reciclar más de 1 millón de toneladas de acero en el 2004, Pennsylvania evito la explotación de 1,3 millones de toneladas de mineral de hierro, 718.000 toneladas de carbón y 62.000 toneladas de piedra caliza. A través del papel de periódico reciclado, el papel de oficina y papel mixto, ahorraron más de 8,2 millones de árboles”.

Por cada tonelada de papel que se recoge y se recicla se ahorran dos metros cúbicos de vertedero, 140 litros de petróleo, 50.000 litros de agua y la emisión de 900 kilos de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los gases de efecto invernadero causante del cambio climático. (Fernández Muerza, 2015).

Se puede reducir la contaminación del aire en un 95% si se produjeran latas de aluminio reciclado. La mayor parte de los metales que existen pueden ser fundidos y volver a procesarse para crear metales. De los desperdicios que se producen diariamente, el 10% lo constituyen los metales. Los metales reciclables son: Tapas de metal, botones de metal, latas de cerveza y de bebidas, bolsa interior de leche en polvo, latas de conserva, pasadores de pelo, alfileres, grapas, papel aluminio,

cacerolas de aluminio, alambre, ganchos de ropa, latas de conserva, etc. Profesor en línea.

### **Normativa**

La legislación y regulación más relevante en materia de residuos sólidos en Colombia se describe a continuación en orden cronológico:

#### **Normativa relacionada con el aprovechamiento de los residuos sólidos**

*Decreto 1713 de 2002:* Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

*Resolución de la Comisión de Regulación de Agua Potable - CRA 233 de 2002:* Metodología de Aplicación de la opción tarifaria multiusuarios en función de la Ley 142 de 1994.

*Resolución de la Comisión de Regulación de Agua Potable - CRA 236 de 2002:* Establece la Metodología de aforo multiusuarios

*Decreto 1505 del 4 de junio de 2003:* Por el cual se modifica parcialmente Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

*Resolución 1045 del 26 de septiembre de 2003:* Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se determinan otras obligaciones.

*Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005:* Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.

*Resolución de la Comisión de Regulación de Agua Potable - CRA 351 de 2005:* Reglamenta la estructura tarifaria para la prestación del servicio público de aseo.

*Decreto 2981 de Diciembre 20 de 2013:* Por medio del cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo. Artículo 92: El ente territorial en el marco de los PGIRS, deberá determinar la viabilidad de los proyectos de aprovechamiento de los residuos, teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, financieros y comerciales así como los beneficios, entre otros ambientales.

*Decreto 1287 del 10 de julio de 2014:* Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.

*Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014:* Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

*Resolución CRA 710 de 2015:* Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria a la que deben someterse las personas prestadoras del servicio público que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deban utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.

*Decreto 1076 de 2015:*

**Normativa relacionada con programas de pos consumo**

*Resolución 693 de 2007:* Por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos Consumo de Plaguicidas

*Resolución 371 de 2009:* Por la cual se establecen los elementos que deben ser considerados en los Planes de Gestión de Devolución de Productos de Pos Consumo de Fármacos o Medicamentos Vencidos.

*Resolución 1511 de 2010:* Sistema de recolección selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Bombillas y se adoptan otras disposiciones

*Resolución 1512 de 2010:* Sistema de recolección selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Computadores y/o periféricos y se adoptan otras disposiciones.

*Resolución 1297 de 2010:* Sistema de recolección selectiva y Gestión Ambiental de Residuos de Pilas y/o Acumuladores y se adoptan otras disposiciones.

*Resolución 1457 de 2010:* Sistema de recolección selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones.

*Resolución 372 de 2009. / Resolución 361 de 2011:* Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos Consumo de Baterías Usadas y se adoptan otras disposiciones.

Normas Técnicas Colombianas – NTC

*Guía técnica colombiana GTC - 24.* Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.  
Guía para separación en la fuente.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-2. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-3. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el aprovechamiento de los envases de vidrio.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-4. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el reciclaje del papel y cartón.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-5. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el reciclaje de residuos metálicos.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-6. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el aprovechamiento de papel y cartón compuestos con otros materiales.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-7. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para el aprovechamiento de orgánicos no peligrosos.

*Guía técnica colombiana GTC - 53-8. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.*

Guía para la minimización de impactos ambientales de los residuos de envases y embalajes.

*Guía técnica colombiana GTC - 86. Guía para la implementación de la Gestión Integral de Residuos – GIR -.*

## Metodología

### Proyecciones de la población

Las proyecciones de la población en la región del oriente antioqueño, se calcularon a partir de los datos de censo de población obtenidos a través del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE y el Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia según los últimos censos de, julio 15 de 1964, octubre 24 de 1973, octubre 15 de 1985, octubre 15 de 1993 y junio 30 de 2005 (DANE, 2007, P0315), para cada municipalidad, elaboradas mediante los métodos aritmético y geométrico.

El aritmético es un método de cálculo permitido para las proyecciones de población según el nivel de complejidad del sistema y según el RAS, se recomienda para los niveles de complejidad bajo y medio (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2003, 20). La ecuación que se emplea es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \left( \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \right) * (T_f - T_{uc}) \quad \text{donde:}$$

$P_f$  = población (habitantes) correspondientes al año para el que se quiere proyectar la población.

$P_{uc}$  = población (habitantes) correspondientes al último año censado con información.

$P_{ci}$  = población (habitantes) correspondientes al censo inicial con información

$T_{uc}$  = año correspondiente al último censo con información

$T_{ci}$  = año correspondiente al censo inicial con información

$T_f$  = es el año al cual se quiere proyectar la información

La aplicación de éste método no tiene en cuenta la dinámica de crecimiento de los años intermedios.

El geométrico es un método de cálculo permitido para las proyecciones de población según el nivel de complejidad del sistema, en la Guía del RAS-001, se recomienda este método para los niveles de complejidad bajo, medio, medio alto y alto (MAVDT, 2003, 21). La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} * (1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad \text{donde:}$$

$P_f$  = población (habitantes) correspondientes al año para el que se quiere proyectar la población.

$P_{uc}$  = población (habitantes) correspondientes al último año censado con información.

$r$  = tasas de crecimiento anual en forma decimal y se calcula de la siguiente manera:

$$r = \left( \frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{1 / (T_{uc} - T_{ci})} - 1$$

$P_{ci}$  = población (habitantes) correspondientes al censo inicial con información

$T_{uc}$  = año correspondiente al último censo con información

$T_{ci}$  = año correspondiente al censo inicial con información

La aplicación de éste método no tiene en cuenta la dinámica de crecimiento de los años intermedios.

Para este estudio la tasa de crecimiento de cada municipio esta evaluada a partir del promedio resultante de cuatro datos, correspondiente a la tasa de crecimiento entre los censos de: 1973 -1964, 1985 - 1973, 1993 - 1985 y 2005 - 1993.

### **Información básica utilizada en la proyección de la población**

Para la región del oriente antioqueño se dispone de la siguiente información censal según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE y Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia (2007, PO315)

Tabla 1. Población en los municipios de la subregión del oriente antioqueño Según los últimos censos 1964 – 2005

Municipio	CENSOS DE POBLACIÓN (1)														
	Julio 15 de 1964			Octubre 24 de 1973			Octubre 15 de 1985			Octubre 15 de 1993			Junio 30 de 2005 Conciliada		
	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto	Total	Cabecera	Resto
El Carmen de Viboral	21.938	5.859	16.079	23.238	8.227	15.011	30.109	12.848	17.261	38.080	15.000	23.080	41.012	22.731	18.281
El Retiro	8.230	2.378	5.852	9.191	3.463	5.728	12.110	4.742	7.368	15.006	5.814	9.192	16.976	8.063	8.913
El Santuario	17.749	6.580	11.169	21.148	10.014	11.134	23.922	12.640	11.282	27.850	14.716	13.134	26.287	19.830	6.457
Guarne	14.121	4.035	10.086	17.549	4.796	12.753	24.838	7.126	17.712	29.738	10.871	18.867	39.541	13.891	25.650
La Ceja del Tambo	16.906	9.652	7.254	22.157	14.504	7.653	29.939	21.047	8.892	38.709	26.940	11.769	46.268	38.287	7.981
La Unión	10.924	3.007	7.917	11.943	3.583	8.360	13.820	4.544	9.276	16.826	6.199	10.627	17.842	9.267	8.575
Marinilla	17.889	6.419	11.470	24.054	10.168	13.886	33.177	16.418	16.759	37.710	21.011	16.699	45.548	32.475	13.073
Rionegro	31.378	12.844	18.534	43.316	23.639	19.677	59.640	30.835	28.805	75.467	46.201	29.266	100.502	64.652	35.850
San Vicente	15.212	1.503	13.709	19.042	3.329	15.713	21.099	3.998	17.101	23.746	3.524	20.222	19.438	6.823	12.615
Alejandro	3.646	767	2.879	4.157	968	3.189	4.909	1.778	3.131	5.538	2.280	3.258	3.816	1.896	1.920
Concepción	5.670	1.143	4.527	6.444	1.218	5.226	6.414	1.266	5.148	6.457	1.410	5.047	4.509	1.476	3.033
San Roque	12.168	3.351	8.817	15.022	3.256	11.766	20.048	4.166	15.882	20.992	4.968	16.024	18.157	5.901	12.256
Santo Domingo	14.294	3.091	11.203	13.656	2.908	10.748	15.891	2.957	12.934	13.879	2.594	11.285	11.567	2.199	9.368
Abejorral	31.501	7.040	24.461	29.125	7.005	22.120	27.749	6.752	20.997	26.629	6.753	19.876	20.249	6.271	13.978
Argelia	11.495	2.304	9.191	11.805	2.433	9.372	12.664	2.622	10.042	12.790	3.197	9.593	10.091	2.841	7.250
Nariño	14.987	2.599	12.388	15.521	2.713	12.808	16.673	3.104	13.569	15.934	2.828	13.106	15.579	2.525	13.054
Sonsón	41.291	17.365	23.926	42.131	15.708	26.423	43.243	15.863	27.380	44.738	16.770	27.968	38.779	15.583	23.196
Cocorna	17.425	3.043	14.382	15.443	4.217	11.226	23.667	3.717	19.950	22.999	4.715	18.284	15.119	3.993	11.126
Puerto Triunfo	5.621	1.115	4.506	6.978	2.106	4.872	9.188	1.840	7.348	11.262	2.779	8.483	16.248	4.679	11.569
San Francisco	5.309	618	4.691	4.144	865	3.279	7.143	2.181	4.962	8.646	1.798	6.848	6.395	2.277	4.118
San Luis	7.550	1.216	6.334	10.253	2.390	7.863	13.644	4.077	9.567	15.402	5.304	10.098	11.009	4.706	6.303
El Peñol	11.983	2.228	9.755	13.501	4.026	9.475	14.665	5.159	9.506	16.548	6.465	10.083	16.241	8.243	7.998
Granada	16.444	3.548	12.896	16.573	4.600	11.973	19.915	6.335	13.580	18.494	5.437	13.057	9.789	4.060	5.729
Guatapé	4.943	2.673	2.270	5.230	3.120	2.110	4.357	2.535	1.822	6.577	4.256	2.321	5.838	4.244	1.594
San Carlos	17.631	4.056	13.575	19.886	5.005	14.881	29.156	8.982	20.174	24.326	7.567	16.759	15.826	6.277	9.549
San Rafael	10.928	2.591	8.337	13.512	3.448	10.064	20.331	8.883	11.448	20.246	7.069	13.177	13.530	6.402	7.128
<b>Subtotal</b>	<b>387.233</b>	<b>111.025</b>	<b>276.208</b>	<b>435.019</b>	<b>147.709</b>	<b>287.310</b>	<b>538.311</b>	<b>196.415</b>	<b>341.896</b>	<b>594.589</b>	<b>236.466</b>	<b>358.123</b>	<b>586.156</b>	<b>299.592</b>	<b>286.564</b>

Fuente: Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas – DANE y Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia.

### Ajustes a población proyectada

Se hizo un ajuste a la población proyectada con la inclusión de la población flotante, dependiendo de las dinámicas de cada municipio, frente a actividades de tipo turísticas, comerciales, industriales, agropecuarias y de servicios. (MAVDT, 2003, 26). La población flotante se calculó asignando un porcentaje que oscila entre el 10% y el 30%, así: El Carmen de Viboral (20%): Vacacional, belleza paisajística, y la ruta de la loza. El Retiro (18%): Vacacional, belleza paisajística, ordenación del territorio, feria de la madera. El Santuario (10%): Vacacional y encuentro de colonias. Guarne (15%):

Vacacional, cercanía al área metropolitana. La Ceja del Tambo (15%): Vacacional y ordenamiento del territorio. La Unión (10%): Vacacional y ruta de la leche. Marinilla (15%): Vacacional, Arte Quiteño y Festival de música religiosa. Rionegro (30%): Servicios de salud (turismo saludable)- Aeropuerto José María Córdova y asentamiento industrial. San Vicente (10%): Vacacional. Alejandría (10%): Vacacional y el Balneario. Concepción (10%): Vacacional. San Roque (10%): Vacacional y asentamiento minero. Santo Domingo (12%): Salto Velo de la Novia y Aguas Termales. La Casa Museo de Tomás Carrasquilla. Abejorral (10%): Vacacional. Argelia (10%): Vacacional. Nariño (11%): Vacacional y baños termales. Sonsón (15%): Belleza paisajística y riqueza patrimonial. Cocorná (15%): Ruta turística. Puerto Triunfo (15%): Ruta turística y río Magdalena. San Francisco (10%): vacacional. San Luís (12%): Vacacional, Rio Dormilón. El Peñol (15%): Vacacional y ruta turística. Granada (10%): Vacacional. Guatapé (30%): Ruta turística. San Carlos (20%): Ruta turística. San Rafael (20%): Ruta turística.

Tabla 2. Proyección de la población para los municipios de la jurisdicción Cornare por regionales según método aritmético

REGIONAL	MUNICIPIO	2015			2020			2025			2030		
		TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO
V A L L E S C O D L E A S A N	El Carmen de Viboral	54.797	32.215	22.582	57.588	34.684	22.904	60.380	37.153	23.226	63.171	39.623	23.548
	El Retiro	22.931	11.340	11.592	24.211	12.171	12.039	25.491	13.003	12.487	26.771	13.835	12.935
	El Santuario	31.206	25.368	5.839	32.352	27.145	5.206	33.497	28.923	4.574	34.642	30.700	3.942
	Guarne	52.602	18.739	33.863	56.167	20.121	36.046	59.732	21.504	38.229	63.297	22.886	40.411
	La Ceja del Tambo	61.444	52.062	9.382	65.562	56.078	9.484	69.680	60.094	9.586	73.797	64.109	9.688
	La Unión	21.482	11.873	9.609	22.410	12.713	9.697	23.338	13.553	9.786	24.266	14.392	9.874
	Marinilla	60.138	44.655	15.484	64.017	48.309	15.708	67.896	51.963	15.933	71.775	55.617	16.158
	Rionegro	152.570	100.475	52.095	163.529	108.688	54.841	174.487	116.901	57.586	185.446	125.115	60.331
	San Vicente	22.516	8.933	13.583	23.083	9.646	13.436	23.649	10.360	13.289	24.216	11.074	13.143
P O N R U S E	Alejandría	4.243	2.389	1.855	4.266	2.540	1.726	4.289	2.691	1.597	4.312	2.843	1.469
	Concepción	4.648	1.713	2.935	4.493	1.758	2.735	4.337	1.802	2.535	4.181	1.847	2.334
	San Roque	21.580	7.175	14.404	22.383	7.517	14.866	23.186	7.859	15.327	23.990	8.201	15.788
	Santo Domingo	12.210	2.219	9.991	11.838	2.097	9.740	11.465	1.976	9.490	11.093	1.854	9.239
P A R A M O	Abejorral	19.255	6.692	12.563	17.746	6.589	11.157	16.236	6.485	9.751	14.727	6.382	8.345
	Argelia	10.723	3.269	7.454	10.535	3.341	7.194	10.347	3.413	6.933	10.158	3.485	6.673
	Nariño	17.453	2.783	14.670	17.533	2.773	14.760	17.613	2.763	14.851	17.693	2.753	14.941
	Sonsón	43.891	17.421	26.471	43.539	17.171	26.368	43.187	16.921	26.266	42.834	16.671	26.164
B O S Q U E S	Cocorna	16.740	4.858	11.882	16.417	4.992	11.425	16.093	5.125	10.968	15.770	5.258	10.512
	Puerto Triunfo	21.666	6.381	15.285	23.156	6.880	16.276	24.647	7.380	17.267	26.137	7.880	18.257
	San Francisco	7.326	2.950	4.376	7.472	3.172	4.299	7.617	3.395	4.222	7.763	3.617	4.145
	San Luis	13.275	6.224	7.051	13.747	6.701	7.047	14.220	7.177	7.042	14.692	7.654	7.038
A G U A S	El Peñol	19.871	11.167	8.705	20.469	12.010	8.458	21.066	12.854	8.212	21.663	13.697	7.966
	Granada	8.982	4.603	4.379	8.090	4.672	3.418	7.197	4.741	2.456	6.304	4.809	1.495
	Guatapé	7.873	6.015	1.858	8.015	6.264	1.751	8.157	6.513	1.644	8.299	6.763	1.536
	San Carlos	18.463	8.182	10.280	18.199	8.507	9.691	17.935	8.832	9.102	17.670	9.158	8.513
	San Rafael	16.998	8.798	8.200	17.378	9.356	8.023	17.759	9.913	7.846	18.140	10.471	7.669
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>744.885</b>	<b>408.497</b>	<b>336.388</b>	<b>774.193</b>	<b>435.897</b>	<b>338.296</b>	<b>803.501</b>	<b>463.296</b>	<b>340.205</b>	<b>832.809</b>	<b>490.695</b>	<b>342.114</b>

Tabla 3. Proyección de la población para los municipios de la jurisdicción Cornare por regionales según método geométrico

REGIONAL	MUNICIPIO	2015			2020			2025			2030		
		TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO
V A L L E I S C O D L E A S S A N	El Carmen de Viboral	57.713	37.656	20.058	62.498	44.243	18.255	79.725	51.983	27.742	89.944	61.077	28.867
	El Retiro	24.415	13.086	11.329	26.729	15.219	11.510	33.033	17.699	15.335	37.276	20.583	16.694
	El Santuario	32.288	28.731	3.557	34.119	32.974	1.145	42.557	37.843	4.714	46.874	43.431	3.442
	Guame	58.294	21.878	36.416	66.002	25.602	40.400	79.843	29.962	49.881	91.909	35.063	56.846
	La Ceja del Tambo	68.698	61.939	6.759	78.060	73.464	4.597	96.659	87.132	9.527	112.217	103.344	8.872
	La Unión	22.332	13.479	8.853	23.822	15.500	8.322	29.546	17.823	11.723	32.728	20.495	12.233
	Marinilla	65.852	55.473	10.379	73.836	67.608	6.227	97.882	82.398	15.484	114.443	100.423	14.019
	Rionegro	174.524	128.281	46.243	201.708	158.483	43.226	266.493	195.794	70.698	318.477	241.891	76.586
San Vicente	23.166	10.812	12.354	24.113	12.977	11.137	33.440	15.575	17.865	37.395	18.693	18.702	
P O N R U C S E	Alejandro	4.339	2.634	1.705	4.411	2.960	1.451	5.485	3.327	2.159	5.865	3.739	2.126
	Concepción	4.780	1.740	3.041	4.693	1.801	2.893	6.249	1.864	4.386	6.621	1.929	4.692
	San Roque	22.160	7.427	14.732	23.342	7.945	15.397	25.356	8.499	16.858	26.915	9.091	17.825
	Santo Domingo	12.192	2.254	9.938	11.828	2.156	9.671	16.630	2.063	14.567	17.702	1.974	15.728
P A R A M O	Abejorral	20.124	6.732	13.392	19.128	6.650	12.477	29.258	6.570	22.689	31.323	6.490	24.833
	Argelia	10.840	3.348	7.492	10.712	3.465	7.247	14.166	3.586	10.579	15.056	3.712	11.344
	Nariño	17.395	2.769	14.626	17.446	2.752	14.694	20.967	2.735	18.233	22.002	2.718	19.284
	Sonsón	44.244	17.504	26.739	44.069	17.300	26.769	52.749	17.098	35.651	55.010	16.898	38.112
B O S Q U E S	Cocorna	16.744	5.109	11.636	16.432	5.388	11.044	22.726	5.683	17.043	24.300	5.995	18.305
	Puerto Triunfo	24.170	7.951	16.219	27.490	9.666	17.824	35.733	11.750	23.983	42.021	14.283	27.737
	San Francisco	7.369	3.319	4.050	7.542	3.821	3.721	9.778	4.398	5.380	10.617	5.063	5.554
	San Luis	13.836	7.561	6.274	14.656	9.057	5.599	19.879	10.848	9.031	22.400	12.993	9.407
A G U A S	El Peñol	20.322	13.304	7.019	21.199	15.760	5.438	28.567	18.671	9.896	31.769	22.119	9.651
	Granada	9.627	4.617	5.010	9.103	4.695	4.408	12.160	4.773	7.387	12.535	4.853	7.682
	Guatapé	8.262	6.512	1.751	8.621	7.074	1.546	9.753	7.686	2.068	10.385	8.350	2.035
	San Carlos	18.442	8.257	10.185	18.174	8.645	9.529	24.662	9.052	15.611	26.327	9.477	16.850
	San Rafael	17.277	9.318	7.960	17.823	10.261	7.561	20.964	11.301	9.663	22.347	12.446	9.901
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>799.406</b>	<b>481.690</b>	<b>317.716</b>	<b>867.555</b>	<b>565.466</b>	<b>302.089</b>	<b>1.114.264</b>	<b>666.112</b>	<b>448.152</b>	<b>1.264.459</b>	<b>787.131</b>	<b>477.328</b>

Se presenta diferencias significativas en la proyección de la población, al aplicar el método geométrico, generada por diferentes situaciones entre ellas la de orden público en décadas anteriores, donde se observa en algunos municipios un decrecimiento de la población, y aunque en los últimos años ha disminuido, el índice de crecimiento muestra descensos en la población calculada. Se procede hacer un nuevo

ajuste frente a la tasa de crecimiento a partir del año 2021, asignando para los municipios de Concepción, Santo Domingo, Abejorral, Argelia, Nariño, Sonsón, Cocorná, Granada y San Carlos una tasa de crecimiento del 1%; teniendo en cuenta la dinámica que se presenta actualmente, donde se evidencia el retorno de parte de sus pobladores posterior a las actividades de desminado de la zona.

Las proyecciones de la población, se realizaron con los métodos descritos anteriormente, para cada uno de los 26 municipios, y se elaboró una gráfica con el promedio de éstos.

Tabla 4. Proyección de la población en la región Cornare por municipio para 2015 – 2020 – 2025 y 2030

REGIONAL	Año	2015			2020			2025			2030		
	MUNICIPIO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO	TOTAL	CABACERA	RESTO
VALLE DEL SAN	El Carmen de Viboral	56.255	34.936	21.320	60.043	39.464	20.580	70.053	44.568	25.484	76.558	50.350	26.208
	El Retiro	23.673	12.213	11.460	25.470	13.695	11.775	29.262	15.351	13.911	32.024	17.209	14.814
	El Santuario	31.747	27.049	4.698	33.235	30.060	3.176	38.027	33.383	4.644	40.758	37.066	3.692
	Guarne	55.448	20.308	35.140	61.085	22.862	38.223	69.787	25.733	44.055	77.603	28.974	48.629
	La Ceja del Tambo	65.071	57.000	8.071	71.811	64.771	7.040	83.169	73.613	9.556	93.007	83.727	9.280
	La Unión	21.907	12.676	9.231	23.116	14.106	9.010	26.442	15.688	10.754	28.497	17.444	11.053
	Marinilla	62.995	50.064	12.931	68.926	57.959	10.968	82.889	67.181	15.709	93.109	78.020	15.089
	Rionegro	163.547	114.378	49.169	182.618	133.585	49.033	220.490	156.348	64.142	251.961	183.503	68.459
San Vicente	22.841	9.872	12.969	23.598	11.311	12.287	28.545	12.967	15.577	30.806	14.883	15.922	
PONS	Aleandría	4.291	2.511	1.780	4.339	2.750	1.588	4.887	3.009	1.878	5.088	3.291	1.797
	Concepción	4.714	1.726	2.988	4.593	1.779	2.814	5.293	1.833	3.460	5.401	1.888	3.513
	San Roque	21.870	7.301	14.568	22.862	7.731	15.131	24.271	8.179	16.092	25.453	8.646	16.806
	Santo Domingo	12.201	2.237	9.965	11.833	2.127	9.706	14.048	2.019	12.029	14.397	1.914	12.484
PARAMO	Abejorral	19.689	6.712	12.978	18.437	6.619	11.817	22.747	6.528	16.220	23.025	6.436	16.589
	Argelia	10.782	3.308	7.473	10.623	3.403	7.220	12.256	3.500	8.756	12.607	3.599	9.009
	Nariño	17.424	2.776	14.648	17.490	2.762	14.727	19.290	2.749	16.542	19.848	2.735	17.112
	Sonsón	44.067	17.462	26.605	43.804	17.235	26.568	47.968	17.009	30.958	48.922	16.785	32.138
BOSQUE	Cocorna	16.742	4.984	11.759	16.424	5.190	11.234	19.410	5.404	14.006	20.035	5.626	14.408
	Puerto Triunfo	22.918	7.166	15.752	25.323	8.273	17.050	30.190	9.565	20.625	34.079	11.082	22.997
	San Francisco	7.347	3.134	4.213	7.507	3.497	4.010	8.698	3.897	4.801	9.190	4.340	4.850
	San Luis	13.555	6.893	6.663	14.202	7.879	6.323	17.050	9.013	8.037	18.546	10.324	8.223
AGUAS	El Peñol	20.097	12.235	7.862	20.834	13.885	6.948	24.817	15.762	9.054	26.716	17.908	8.808
	Granada	9.305	4.610	4.694	8.596	4.683	3.913	9.678	4.757	4.921	9.420	4.831	4.588
	Guatapé	8.068	6.264	1.804	8.318	6.669	1.649	8.955	7.100	1.856	9.342	7.556	1.786
	San Carlos	18.453	8.220	10.233	18.186	8.576	9.610	21.299	8.942	12.356	21.999	9.317	12.681
	San Rafael	17.137	9.058	8.080	17.601	9.809	7.792	19.362	10.607	8.754	20.243	11.458	8.785
<b>SUBTOTAL</b>		<b>772.146</b>	<b>445.094</b>	<b>327.052</b>	<b>820.874</b>	<b>500.681</b>	<b>320.193</b>	<b>958.882</b>	<b>564.704</b>	<b>394.178</b>	<b>1.048.634</b>	<b>638.913</b>	<b>409.721</b>

## Proyección de la generación de residuos sólidos

### Información básica utilizada

La información utilizada para calcular la generación de residuos es básicamente la proyección de la población año a año y la producción per cápita que es la variable que muestra la cantidad de residuos sólidos generados por un habitante en un día.

En la elaboración de la proyección se utilizó la producción per cápita registrada en el estudio realizado bajo Convenio Cornare – Universidad de Antioquia PGIRS-199-09- Tomo 2 Volumen 1 proyecciones (2010, 151 a 159)

Tabla 5. Proyección de producción per cápita (ppc)

Municipio	Proyección de la producción per cápita (ppc). Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Regional para el oriente antioqueño															
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
El Carmen de Viboral																
El Retiro	0,71	0,75	0,76	0,79	0,81	0,84	0,86	0,89	0,91	0,94	0,96	0,99	1,01	1,04	1,06	1,09
El Santuario	0,55	0,56	0,57	0,58	0,6	0,61	0,62	0,63	0,65	0,66	0,67	0,68	0,7	0,71	0,72	0,73
Guarne	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
La Ceja del Tambo	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
La Unión																
Marinilla	1,86	2,07	2,28	2,49	2,7	2,92	3,13	3,34	3,55	3,76	3,98	4,19	4,4	4,61	4,83	5,04
Rionegro	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
San Vicente																
Alejandro	1,13	1,36	1,5	1,63	1,77	1,91	2,05	2,18	2,32	2,42	2,59	2,73	2,87	3,01	3,14	3,28
Concepción																
San Roque	0,67	0,67	0,68	0,69	0,7	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73
Santo Domingo	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
Abejorral																
Argelia																
Nariño																
Sonsón	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Cocorna	0,98	1,07	1,15	1,24	1,33	1,42	1,50	1,59	1,68	1,76	1,85	1,94	2,03	2,11	2,2	2,29
Puerto Triunfo	1,12	1,24	1,36	1,49	1,61	1,73	1,85	1,97	2,1	2,22	2,34	2,46	2,59	2,71	2,83	2,95
San Francisco																
San Luis																
El Peñol																
Granada																
Guatapé	1,62	1,74	1,86	1,99	2,11	2,24	2,36	2,49	2,61	2,74	2,86	2,99	3,11	3,24	3,36	3,49
San Carlos	0,47	0,48	0,49	0,50	0,52	0,53	0,54	0,55	0,57	0,58	0,59	0,60	0,62	0,63	0,64	0,65
San Rafael	0,67	0,67	0,68	0,69	0,7	0,70	0,70	0,71	0,71	0,71	0,72	0,72	0,72	0,73	0,73	0,73

Fuente: Adaptado Convenio Cornare – Universidad de Antioquia PGIRS -199 - 09

### **Ajustes a proyección de generación de residuos**

Para municipios como El Carmen de Viboral, La Unión, San Vicente, Concepción, San Roque, Abejorral, Argelia, Nariño, San Francisco, San Luis, El Peñol y Granada, que al realizar el estudio no se encontraron datos suficientes para realizar las proyecciones, se asumió la producción per cápita de un municipio de la región con características similares a la de estos. Así para El Carmen de Viboral la ppc del municipio de El Retiro, La Unión la ppc del municipio de Sonsón, San Vicente la ppc del municipio de Guarne, Concepción la ppc del municipio de Santo Domingo, San Roque la ppc del municipio de San Rafael, para Abejorral, Argelia y Nariño la ppc del municipio de Sonsón, San Francisco la del municipio de Santo Domingo, San Luis la ppc del municipio de San Carlos, El Peñol la ppc del municipio de San Rafael y Granada la ppc del municipio de El Santuario.

### **Disposición final de los residuos sólidos en once municipios de la región Cornare**

De los 26 municipios, solo se revisó los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS, de once (11) municipios asentados en la región, que febrero de 2016, estaban actualizados y en proceso de revisión por parte de La Corporación, el resto no se revisó porque a la fecha contenían información desactualizada, se evidencio además, en algunas localidades diagnósticos elaborados con datos de más de cinco años.

### **Aprovechamiento de los residuos reciclables**

La información relacionada con la ubicación y caracterización y/o inventario de empresas y sitios que manejan residuos reciclables en la región como son centros de acopio, bodegas y estaciones de clasificación y aprovechamiento, se obtuvo de fuentes

de información primaria durante recorridos de campo realizados por parte de funcionarios de La Corporación, y de información secundaria contenida en once de los PGIRS actualizados en la región Cornare.

Las alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables se plantean, con base en proyectos y programas desarrollados en la región Cornare, y en localidades con características similares a las del oriente antioqueño.

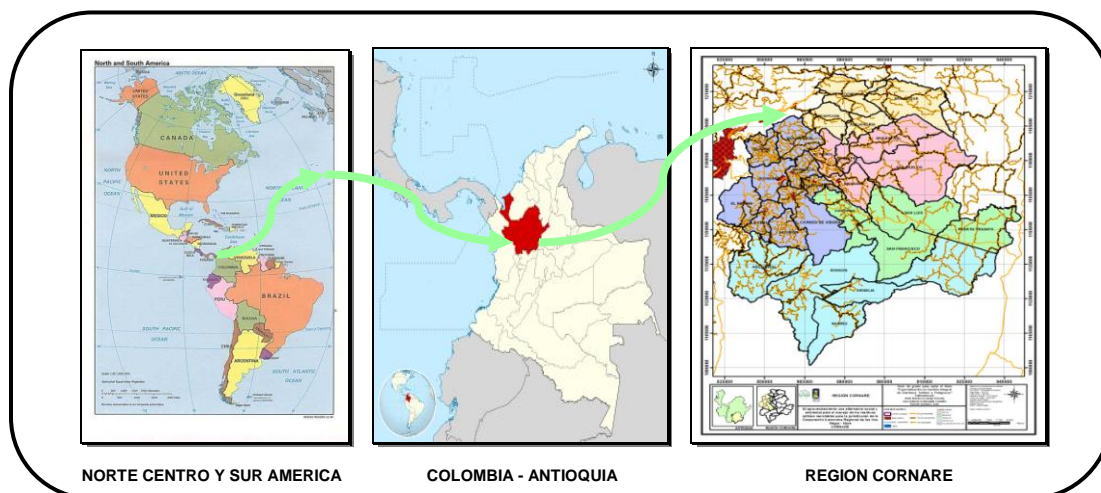
## Resultados

### Área de estudio

La jurisdicción de Cornare está ubicada en el oriente del departamento de Antioquia, extremo Noroccidental de Colombia, al norte de Suramérica, entre las coordenadas geográficas  $5^{\circ}24'39.77''\text{N}$ ,  $75^{\circ}34'58.92''\text{W}$  y  $6^{\circ}35'11.78''\text{N}$ ,  $75^{\circ}13.58'\text{W}$ , posee altos niveles de pluviosidad, con una media anual de 2.500 mm, gran variedad climática por amplio rango altitudinal de la zona, con alturas mínimas de 200 m.s.n.m. en la planicie del Magdalena medio antioqueño y máximas de 3.340 m.s.n.m. en el cerro de las palomas en el páramo de Sonsón. Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare (CORNARE, 2009, 44)

Está conformada por 26 municipios con un área aproximada de 827.600 hectáreas, correspondientes al 13% del departamento de Antioquia y el 0.7% de Colombia.

Figura 6. Localización región Cornare



## **Proyecciones de la población y distribución territorial**

Con el fin de tener información sobre la generación de residuos sólidos y su posterior aprovechamiento, las proyecciones se realizaron para un periodo comprendido entre el 2015 y el 2030, para la población asentada en los 26 municipios de la jurisdicción de Cornare, distribuida en el territorio en cinco subregionales.

### **Regional Valles de San Nicolás**

Subregión conformada por nueve municipios los cuales corresponden a: El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja del Tambo, La Unión, Marinilla, Rionegro y San Vicente; ocupan un área de 1.766 Km<sup>2</sup> de los cuales 930 Km<sup>2</sup> conforman la cuenca alta del Rio Negro. En el año 2005 la población total fue de 353.414, asentados 216.019 en la zona urbana y 137.395 en la zona rural, para el 2015 la población total fue de 503.485 habitantes concentrados 338.496 en la zona urbana y 164.988 en la zona rural. Para el año 2020 la población total ascenderá a 549.903, en la zona urbana se concentrará 387.812 habitantes y 162.091 en la zona rural, en el año 2025 la población total será de 648.664 habitantes asentados 444.832 en la zona urbana y 203.833 en la zona rural y en el 2030 la población total aumentara a 724.323 con el 71% concentrado en la zona urbana equivalente a 511.176 habitantes y el resto o sea 213.146 habitantes en la zona rural.

### **Regional Porce Nus**

Los cuatro municipios que conforman la subregión corresponden a: Alejandría, Concepción, San Roque y Santo Domingo, como región de frontera con el Cañón del Porce y Río Nus en el Nordeste; ocupan un territorio de 1.017 Km<sup>2</sup>. Para el 2005 la población fue de 38.049 concentrados 11.472 en la zona urbana y 26.577 en la zona

rural, para el 2015 la población total fue de 43.076 habitantes concentrados 13.775 en la zona urbana y 29.301 en la zona rural. En el año 2020 de 43.627 concentrados 14.387 en la zona urbana y 29.239 en la zona rural, en el 2025 la población total ascenderá a 48.499 concentrados 15.040 en la zona urbana y 33.459 en la zona rural y en el 2030 la población total aumentara a 50.339 con el 31% concentrado en la zona urbana es decir 15.739 habitantes y el 69% o sea 34.601 habitantes en la zona rural.

### **Regional Páramo**

La subregión la conforman los cuatro municipios de: Abejorral, Argelia, Nariño y Sonsón, ocupan un área de 240.200 hectáreas (urbanas 6.600 y rurales 233.600) y en el año 2005 la población total fue de 84.698 habitantes, asentados 27.220 en la zona urbana y 57.478 en la zona rural, para el 2015 la población total fue de 91.962 habitantes concentrados 30.258 en la zona urbana y 61.704 en la zona rural. En el año 2020 la población total será de 90.353 de los cuales se concentraran 30.020 en la zona urbana y 60.333 en la zona rural, la población para el 2025 será de 102.262 asentados 29.785 en la zona urbana y 72.476 en la zona rural, en el 2030 la población será de 104.402 con el 28% concentrado en la zona urbana equivalente a 29.555 habitantes y el resto de la población o sea 74.848 habitantes en la zona rural.

### **Regional Bosques**

Los cuatro municipios que conforman la subregión corresponden a: Cocorná, Puerto Triunfo, San Francisco y San Luis, ocupan un área de 1.627 Km<sup>2</sup>, para el año 2005 la población fue de 48.771 concentrados 15.655 en la zona urbana y 33.116 en la zona rural, para el 2015 la población total fue de 60.563 habitantes concentrados 22.177 en la zona urbana y 38.386 en la zona rural. En el año 2020 la población total

ascenderá a 63.456 habitantes concentrados 24.838 en la zona urbana y 38.618 en la zona rural, en el 2025 la población total aumentará a 75.347 concentrada 27.878 en la zona urbana 47.468 en la zona rural, para el 2030 aumentara a 81.850 con el 38% concentrado en la zona urbana o sea 31.372 habitantes y el resto equivalente a 50.478 en la zona rural.

### **Regional Aguas**

Los cinco municipios que conforman la subregión corresponden a: El Peñol, Granada, Guatapé, San Carlos y San Rafael, ocupan un área de 1.465 Km<sup>2</sup>, con una población total en el 2005 de 61.224 habitantes, asentados 29.226 en la zona urbana y 31.998 en la zona rural, para el 2015 la población total ascenderá a 73.059 concentrados 40.387 en zona urbana y 32.673 en la zona rural. En el año 2020 la población total será de 73.535 de los cuales 43.623 en zona urbana y 29.912 en la zona rural, en el 2025 la población total se estima en 84.110 de este total 47.168 en zona urbana y 36.642 en zona rural, en el 2030 la población total aumentara a 87.720 con el 58% concentrado en la zona urbana equivalente a 51.071 habitantes y el 32% de la población equivalente a 36.649 en zona rural.

A continuación se muestra el crecimiento de la población en la región Cornare y la tabla con los datos proyectados.

Figura 7. Proyección de la población región Cornare total – urbana y rural 2015 – 2030

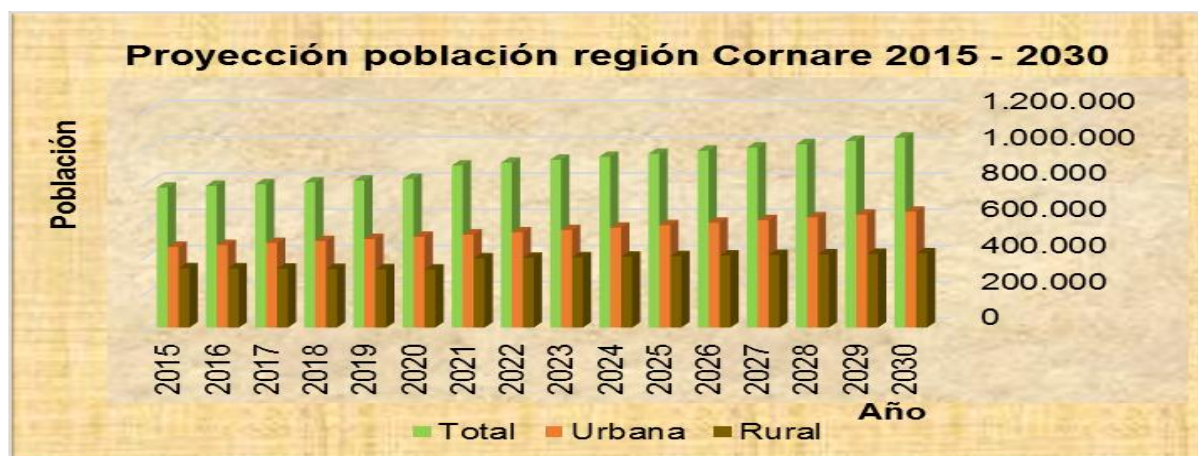


Tabla 6. Proyección promedio – aritmética y geométrica de la población en la región Cornare Población total – urbana y rural

Año	Promedio			Proyección Aritmética			Proyección Geométrica		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
2015	772.146	445.094	327.052	744.885	408.497	336.388	799.406	481.690	317.716
2016	781.554	455.610	325.944	750.746	413.977	336.769	812.361	497.242	315.119
2017	791.127	466.415	324.712	756.608	419.457	337.151	825.645	513.373	312.272
2018	800.868	477.521	323.347	762.470	424.937	337.533	839.266	530.105	309.161
2019	810.782	488.939	321.843	768.331	430.417	337.915	853.233	547.461	305.772
2020	820.874	500.681	320.193	774.193	435.897	338.296	867.555	565.466	302.089
2021	894.308	512.760	381.548	780.055	441.376	338.678	1.008.561	584.143	424.418
2022	909.897	525.187	384.709	785.916	446.856	339.060	1.033.877	603.519	430.359
2023	925.848	537.978	387.870	791.778	452.336	339.442	1.059.918	623.620	436.298
2024	942.173	551.145	391.027	797.639	457.816	339.823	1.086.706	644.475	442.231
2025	958.882	564.704	394.178	803.501	463.296	340.205	1.114.264	666.112	448.152
2026	975.989	578.669	397.320	809.363	468.776	340.587	1.142.615	688.562	454.053
2027	993.504	593.056	400.449	815.224	474.256	340.969	1.171.784	711.855	459.929
2028	1.011.442	607.880	403.561	821.086	479.735	341.351	1.201.797	736.025	465.772
2029	1.029.814	623.160	406.653	826.948	485.215	341.732	1.232.680	761.105	471.575
2030	1.048.634	638.913	409.721	832.809	490.695	342.114	1.264.459	787.131	477.328

### Generación de residuos en la jurisdicción de Cornare

La generación de residuos sólidos en la región Cornare se calculó a partir del promedio de la población proyectada con los métodos aritmético y geométrico y en

cumplimiento a la resolución 1045 de 2003, se hizo para un horizonte de análisis de 15 años. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT, 2003, 6)

A continuación se muestra la generación de residuos en la región Cornare y la tabla con los datos proyectados por tonelada año.

Figura 8. Generación de residuos sólidos en el Región Cornare 2015 - 2030

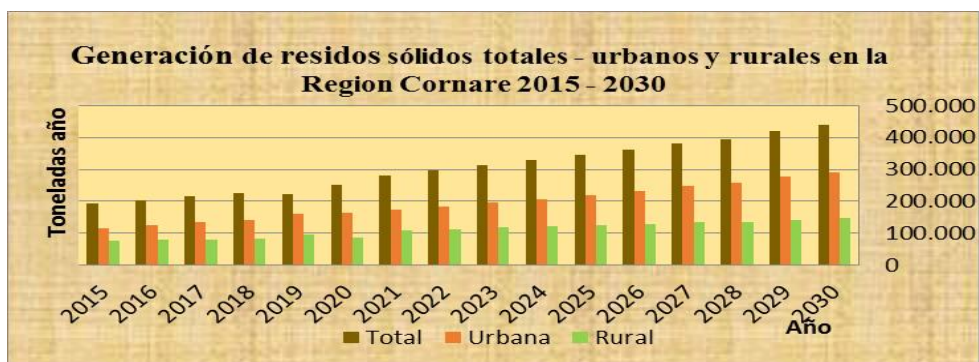


Tabla 7. Proyección de la generación de residuos sólidos totales – urbanos y rurales en la Región Cornare 2015 – 2030

Año	Total	Urbana	Rural
2015	192.576	116.023	76.553
2016	203.700	124.665	79.035
2017	214.394	133.254	81.140
2018	226.066	142.611	83.455
2019	220.863	160.315	96.625
2020	250.152	162.626	87.526
2021	281.951	172.917	109.035
2022	297.243	184.024	113.219
2023	312.866	195.512	117.354
2024	328.856	207.453	121.403
2025	345.755	220.150	125.606
2026	363.026	233.250	129.775
2027	380.922	246.928	133.994
2028	394.603	259.228	135.375
2029	418.618	276.266	142.352
2030	438.413	291.868	146.546

Se observa una generación estimada para el año 2015 de 16.048 toneladas/mes, y en el año 2030 la generación total de residuos aumentara a 36.534

toneladas/mes, con el 67% concentrado en la zona urbana equivalente a 24.322 toneladas/mes y el 33% restante es decir 12.212 toneladas/mes en la zona rural.

### Caracterización general de los residuos en el oriente antioqueño

Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y EPAM. S.A. E.S.P. (2008,14) “Los residuos sólidos municipales están compuestos el 65% por orgánicos, el 5% papel y cartón, el 14% plástico, el 4% vidrio, el 3% textiles, el 5% otros, 2% patógenos y peligrosos, el 1% metales y el 1% caucho”.

A continuación se muestra en toneladas/año la caracterización en la región del oriente antioqueño, de la generación total de residuos sólidos para el 2015, y lo estimado para el 2020, 2025 y 2030.

Tabla 8. Proyección de la caracterización de los residuos en la región Cornare en toneladas/año

Tipo de residuo	2015	2020	2025	2030
Orgánicos	125.174	162.599	224.741	284.969
Papel y cartón	9.629	12.508	17.288	21.921
Plástico	26.961	35.021	48.406	61.378
Vidrio	7.703	10.006	13.830	17.537
Textiles	5.777	7.505	10.373	13.152
Otros	9.629	12.508	17.288	21.921
Patógenos y peligrosos	3.852	5.003	6.915	8.768
Metales	1.926	2.502	3.458	4.384
Caucho	1.926	2.502	3.458	4.384
<b>Subtotal</b>	<b>192.576</b>	<b>250.152</b>	<b>345.755</b>	<b>438.413</b>

Se observa para el 2015 que de 192.576 toneladas, 179.095 toneladas son residuos que pueden ser aprovechables, pasando para el 2020 de 250.152 toneladas, a 232.642, para el 2025 de 345.755 toneladas a 321.552 toneladas, y para el 2030 de 438.413 toneladas a 407.725, es decir que el 93% de los residuos generados en la región son aprovechables.

A nivel urbano se tiene para el 2015 que de 116.023 toneladas, 107.901 toneladas son residuos que pueden ser aprovechables, ascendiendo para el 2020 de 162.626 toneladas, a 151.242 toneladas, para el 2025 de 220.150 toneladas a 204.139 toneladas, y para el 2030 de 291.868 toneladas a 271.437, es decir que el 93% de los residuos sólidos urbanos generados en la región son aprovechables.

### **Disposición final de los residuos sólidos en la región Cornare**

Del total de residuos sólidos urbanos generados en la región, municipios como El Retiro, Guarne, Rionegro, y Santo Domingo disponen sus residuos sólidos municipales en el relleno sanitario La Pradera, y gran parte del resto de los municipios de la jurisdicción de Cornare que a la fecha cuentan con relleno sanitario la vida útil de estos es corta, promediando los 10 años, lo que hace necesario contar con nuevas alternativas para el aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

A continuación se muestra la disposición final de los residuos sólidos urbanos en once (11) municipios de la región:

#### **Municipio de Rionegro**

No cuenta con relleno Sanitario, los residuos sólidos son recolectados en el municipio por dos empresas prestadoras del servicio de Aseo, Rio Aseo Total S.A. E.S.P., y La CAM, Corporación Acueducto Multiveredal, un 90% de los residuos sólidos se dispone en el Parque Ambiental La Pradera, ubicado en el Municipio de Don Matías, autorizado ambientalmente mediante Resolución 5288 de Julio de 2002 expedida por Corantioquia; el recorrido promedio es de 155 km/viaje (ida y regreso de cada vehículo), lo que genera un alto costo en mantenimiento y operación de los vehículos.

En total Rionegro, genera 96,3 ton/día, según el reporte de la caracterización

realizada en el PGIRS, 2.015-2.027. Asociación Colombiana de Ingeniería Ambiental y Sanitaria ACODAL, Seccional Noroccidente (2015, 46 - 44).

#### **Municipio de El Retiro**

El municipio no cuenta con relleno sanitario en su territorio, deposita sus residuos en el Parque Ambiental la Pradera, autorizado ambientalmente mediante Resolución 5288 de Julio de 2002 expedida por Corantioquia, la vida útil del sitio de disposición final, según la autorización ambiental es de 14 años. El porcentaje en peso de residuos sólidos generados en el área urbana dispuestos en un sitio de disposición final en el último año fue de 87.49. Municipio de El Retiro (2015,13).

#### **Municipio de El Santuario**

Cuenta con relleno Sanitario Municipal, el sitio autorizado ambientalmente bajo Resolución 112-4212 del 2012 otorgada por Cornare. De 408,08 toneladas el 69.81% en el último año se dispuso en un sitio de disposición final, y su vida útil se estima en 8 años. Se realiza aprovechamiento de los residuos orgánicos. Unión Temporal S y M (2015, 108).

#### **Municipio de Sonsón**

La vida útil del sitio de disposición proyectado es de 15 años, (2012-2027). En el relleno son dispuestos 3 viajes por día de residuos inservibles o inorgánicos los miércoles y los jueves y 4 viajes por semana de orgánico, los días lunes, martes, viernes y sábado; Para una producción mensual de 24 toneladas de orgánico al mes, 140 toneladas de inservibles o inorgánicos incluyendo el barrido.  $244 \text{ ton/mes} \times 1 \text{ mes}/30 \text{ días} = 8.13 \text{ Ton/día}$ . Los residuos orgánicos son tratados en una planta de compostaje ubicada en el relleno sanitario, estos residuos son recogidos

selectivamente por cuatro días en la cabecera municipal, los lixiviados generados en la planta son reincorporados nuevamente a las pilas donde ayudan con el proceso de descomposición. Municipio de Sonsón (2015, 25 - 33).

#### **Municipio de Alejandría**

El Municipio cuenta con relleno sanitario municipal, el cual viene funcionando desde 1993, con licencia ambiental otorgada por Cornare, la vida útil del sitio destinado para la disposición final de los residuos sólidos es de 5 años y con capacidad total del sitio de 6936.173 m<sup>3</sup>. La producción total de residuos sólidos generados en el municipio es de 14,41 tonelada/mes. La fracción de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario es del 84.61%. Municipio de Alejandría (2015,51- 53 - 77)

#### **Municipio de Concepción**

Los residuos sólidos generados en el área urbana son dispuestos en relleno sanitario, se estima la vida útil disponible del sitio de disposición final en 15 años. El porcentaje en peso de los residuos generados y dispuestos en un sitio de disposición final en el último año fue de 91. Soluciones Integrales TM (2015, 58)

#### **Municipio de El Peñol**

Los residuos sólidos no aprovechables se disponen en el relleno sanitario municipal, el sitio de disposición final con una vida útil de 15 años, anualmente se dispone en promedio 1.095 toneladas. Cuentan con planta de compostaje donde se procesa los residuos sólidos orgánicos de la zona urbana, semanalmente se recupera alrededor de 21 toneladas. Municipio de El Peñol (2015, 65 - 72)

### **Municipio de Granada**

Con un relleno sanitario municipal para disponer los residuos sólidos generados en su localidad; el cual cuenta con 16 años de vida útil. La producción per cápita es de 0.38 Kg/habitante/día. El porcentaje en peso de los residuos generados en el área urbana dispuestos en un sitio de disposición final en el último año fue del 44%. Se aprovecha un 48% de material orgánico y 19% de material reciclable. Municipio de Granada (2015, 28 - 29)

### **Municipio de Guatapé**

Tiene relleno sanitario Municipal, cuenta con una vida útil de 14 años, Según el anexo aforo y caracterización la producción per cápita del plan de gestión integral de residuos sólidos en promedio de generación por estrato para este municipio es de 0.85kg/h/día. El porcentaje en peso de los residuos generados en el área urbana que se dispusieron en un sitio de disposición final en el último año fue del 71%. La cantidad de residuos aprovechados de residuos orgánicos fue de 28.5 Ton/mes y de 7.4 Ton/mes de reciclaje. Municipio de Guatapé (2015,121)

### **Municipio de San Carlos**

La disposición de los residuos sólidos generados en la zona urbana se hace en un relleno sanitario, sitio que ya termino su vida útil. El porcentaje de residuos dispuestos en un sitio de disposición final en el último año fue del 82%, hasta agosto del 2015 de las 849 toneladas de residuos, 697 toneladas se depositaron en el relleno sanitario. Se aprovechan 19 Ton/mes de residuos, equivalentes al 13.88% de residuos orgánicos recuperados y el 5.12% de residuos inorgánicos recuperados. Asesores y Consultores Público Privados Duque Guzmán S.A.S. (2015,47 – 48).

### **Municipio de San Rafael**

El municipio produce aproximadamente 2.020 Ton/año de residuos sólidos. Se aprovecha 4.47 Ton/mes de residuos sólidos inorgánicos y 8 Ton/mes de residuos sólidos orgánicos, el aprovechamiento de los residuos sólidos en el último año fue del 33.97%. La vida útil del sitio de disposición final según la autorización ambiental otorgada por el ente competente, es de 2 años; en este sitio se disponen 3.69 Ton/día de residuos sólidos domésticos. Y el porcentaje en peso de los residuos dispuestos en un sitio de disposición final en el último año fue del 71.5. Municipio de San Rafael (2015, 46 – 51– 61 - 62)

### **Aprovechamiento, transformación de residuos reciclables en la región Cornare**

El aprovechamiento en la región se centra básicamente en el almacenamiento y compraventa; en baja escala esta la transformación del plástico, los orgánicos y a nivel de residuos especiales el aprovechamiento de las llantas usadas, el icopor, aceites usado de cocina y el aprovechamiento artesanal del tetra pack y papel archivo. A continuación se muestra el inventario de los centros de reciclaje y aprovechamiento de materiales reciclables por municipio y por regional en el siguiente orden: Regional Valles de San Nicolás, Porce Nus, Páramo, Bosques y Aguas.

Tabla 9. Inventario de centros de reciclaje y aprovechamiento de materiales reciclables en la región Cornare

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
V A L L E S  D E S A N N I C O L A S	Guarne	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cooperativa de Trabajo Asociado de Aseo y Reciclaje - COOTAR - Jonh Jairo Gallego L.	Cra.53 No. 59 - 126 5510445	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Guarne	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Corproación SALVIC - Carlos Albeiro Ruiz	Zona urbana 5676336 - 3105054024	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	San Vicente	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P San Vicente	Rural 3104068959	RECIVAL, SERVIMOS
	Marinilla	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Reciclar Chatarrería - Giovanni Carvajal	Cra.28 No. 30 - 58 3137649746	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Marinilla	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Fabrica de escoba, recogedores y cepillos para baños con plásticos reciclados	RIBER - Bernardo de J. Usme Echeverri	Calle 30 No. 18 - 140 5691709 - 3216394524	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Marinilla	Caseta de trabajo	PAPEL	Fabrica de tarjetas y otros con papel mache	Corproación Siete Cueros	Sector El Chagualo	Papeleia de la región
	Marinilla	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Didier Alberto Marín Henao	Parque principal	Chatarrería en Zamora en Medellín
	Marinilla	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Edwin Albeiro Sánchez M.	Calle 29 Sector El Malecón	Chatarrería en Zamora en Medellín
	El Santuario	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Elaboración de jabón biodegradable a partir del aceite usado de cocina - Compra y venta de materiales reciclables	Corporación de Servicios Ambientales Tierra de Colores - Rubiela Amparo Botero Gómez	Plaza de mercado 5462506 - 3103879837	Tiendas del municipio, y en ferias en la región y con ALMACED, PELDAR, KINBERLY
	El Carmen de Viboral	Micro Empresa	Tallos de hortensias	Bioestibas sostenibilidad ambiental	BIOESTIBAS - Carlos Holguín Gerente Ejecutivo Comercial	Cra. 13 No. 19-131 5532816	Empresa privada
	El Carmen de Viboral	Asociación Carmelitana de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Henry Osorio	Zona urbana 3148199208	
	El Carmen de Viboral	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cooperativa La Alborada - La Alborada - Elsy Moreno Betancur	Calle 30 No. 30 - 60 5435060 - 5431616	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Rionegro	Micro Empresa	Papel	Elaboración de papel mache	Corporación Pais Yaragua - Bererice Montoya	Vereda Belen 3137202010	Papeleia de la región
	Rionegro	Micro Empresa	Plásticos	Fabricación de parques infantiles, viviendas, edificios, puentes, embarcaciones, entre otros en aglomerado plástico reciclado	ECONCIENCIA S.A.S - John Berrio López	Km. 36 Autopista Medellín - Bogotá Retorno 13 Vereda La Laja 5633715 - 3105468347	CAR, Empresa privada, particulares, ISAGEN, ARGOS
	Rionegro	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cooperativa de Trabajo ASOC. SERVIMOS - Luz Dary Escobar	Calle 52 No. 48 A 15 5629440 - 3113627938	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Rionegro	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Corporación Planeta Verde - Martha Iglesias	Zona planta de tratamiento 532 18 17 - 532 28 02	KINBERLY, ENKA DE COLOMBIA, PELDAR, ECONCIENCIA S.A.S.
	Rionegro	BODEGA DE RECICLAJE	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Pesaje y clasificación	Bodega	Calle 49 No.52-36 3148120551	Bodegas en Medellín
	Rionegro	E.S.P. CAM Rionegro	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	CAM RIONEGRO - Nicolás Restrepo	Zona urbana 5315921	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
V A L L E S  D E  S A N  N I C O L A S	Rionegro	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cooperativa de Trabajo ASOC. SERVIMOS - Luz Dary Escobar	Km. 39 Autopista Medellín - Bogotá 5629441 - 3113627938	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	Rionegro	Deposito E Batam Reciclable	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Lucia Agudelo Muñoz	Carrera 52 No. 49A -09 5610285	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Deposito La Bodega	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Luis Julian Henao Cardona	Carrera 52 No. 49A-17 5312541	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Deposito La 52	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Luis Marín Guain	Carrera 52 N. 50-05 3116256313	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Acopio Alto del Medio	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Eliana María Mejía González	Calle 50 No. 49 - 101 3117154921	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Pachamana	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Recuperación y transformación de residuos sólidos	Fredy González	Km. 36 Vereda La Laja 3192231498	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Compraventa La 40	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Gustavo García Herrera	Carrera 40 No. 45A-334 3128054244	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Chatarrería El Aguila	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Carlos Henao Montoya	Calle 47-23 5660836	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Chatarrería y Excedentes Oriente	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	José Alejandro Ramírez	Calle 55 No. 43-65 5314114	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Demoliciones y Segundas	Elementos de demolición y segundas materiales ferrosos y no ferrosos	Acopio y compraventa	Dionel González	Calle 56 No.43-65 5614273	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Chatarrería Cesar	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Chatarrería Cesar	Calle 47 Diagonal UNE	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Corporación AMVIVARTE PLANET	Reciclaje y aprovechamiento	Reciclaje y aprovechamiento	Diego León Cardona	Calle 46 No. 64A-12 3122732315	Bodegas en Medellín
	Rionegro	Chatarrería y Excedentes Oriente (Bodega Rural)	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Efraín Álvarez López	Km 36 Vereda La Laja 5314114	Bodegas en Medellín
	Rionegro	IDECO-Industria del Plástico	Plásticos	Acopio de materiales y aprovechamiento de plásticos	Gabriel Monsalve	Autopista Medellín - Bogotá Km 36 Vereda La Laja	Bodegas en Medellín
	Rionegro	C.I.ALMASEG S.A	Pulpas de papel, vidrio, plásticos y metales ferrosos y no ferrosos	Acopio de materiales reciclables, transformación y compra y venta	Heeney Estrada	Autopista Medellín - Bogotá, Retorno 11 La Mosca 3127724174 -5302555	Bodegas en Medellín
	La Ceja del Tambo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. De La Ceja - Geovanna Osorio Castaño	Vereda Fatima 5640445 - 3104488056	KINBERLY, ENKA de Colombia, Peldar, ECONCIENCIA S.A.S. , ALMACED, Cartón de Colombia
	La Unión	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Catarería - Antonio Guzman	Zona urbana 5562996	Chatarrería en Zamora en Medellín
	La Unión	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P De La Unión S.A E.S.P. - Carmen Judith Valencia	Calle 11 X Cra 12 A. 5561660 - 3206799307	Chatarrería en Zamora en Medellín
	Guame	Ecojoyas	Tetra pack	Aprovechamiento artesanal	Ecojoyas	Guame	Particulares
	El Carmen de Viboral	Parque Ambiental Mundo Limpio S.A	Llantas usadas	Reciclaje de llantas, genera a través de trituración productos como cauchos para mezclas asfálticas, canchas sintéticas y cauchos de colores con fines decorativos, entre otros usos	Parque Ambiental Mundo Limpio S.A	El Carmen de Viboral	Particulares

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
P O R C E - N U S	Concepción	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Municipio de Concepción - Gustavo Alonso López Orrego	Calle 31 30-06 856 70 84 - 856 72 74 - 70 83 - 311-602 90 57	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	Alejandria	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	ASOVMAL - Elba Elena Valencia López	Parque principal	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	Santo Domingo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. Municipio de Santo Domingo - Dora Elena Ramírez Franco	Carrera 16 No.14-40 869-11-28 - 3217999697	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	San Roque	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Asociación de Mujeres Sanroqueras del Futuro - ASOMUSAFU - Edilia Jimenez Arroyave	Patio Bonito	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	San Roque	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Asociación de Mujeres La Esperanza - Gloria Cecilia Castaño	Patio Bonito 3214597960	Chatarrería en Medellín

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
P A R A M O	Abejorral	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. Abejorral - Nicolás Álvarez	Zona urbana 8647272 - 3113012893	Chatarrería Zamora
	Sonson	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	COPMAIZ	Zona urbana	
	Sonson	Jerusalen - Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Didier	Parque principal 3117066168	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín
	Sonson	ASOPRASMA - Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	ASOPRASMA - Ana Josefa Suaza	Vereda Piedras Blancas - Limones 3172707679	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín
	Sonson	San Miguel Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Carmen Montaño	Parque principal 3104086510	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín
	Sonson	La Danta Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Blanca Alzate	Parque principal 3117048895	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín
	Nariño	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. Municipio de Nariño	Parque principal	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín
	Argelia	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.SP. Municipio de Argelia	Parque principal	Cooperativa COPMAIZ, y Chatarrería en Medellín

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
<b>B O S Q U E S</b>	San Francisco	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. De San Francisco	Parque principal	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	Cocoma	Asociación de Mujeres Cocomañas - ADMUD -Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Asociación de Mujeres Cocomañas - ADMUD - Martha Lucía Carvajal	Sector relleno sanitario 3117678170	Cooperativa Planeta Verde
	San Luis	Fundación FIAR - Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Fundación FIAR - María de Los Angeles Vasques	Cra 20 X salida a Granada 3144836553	RECIVAL, Corporación Tierra de Color
	Puerto Triunfo	Cooperativa Multiactiva de trabajo ASOC Y MEDIO AMBIENTE - AMBISERCOOP - Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cooperativa Multiactiva de trabajo ASOC Y MEDIO AMBIENTE - AMBISERCOOP - Fabio Atehortua	Sector Estadio 3136762686	Chatarrería Doradal, REIVAL, ECONCIENCIA
	Puerto Triunfo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.SP. Municipio de Puerto Triunfo	Doradal	Chatarrería Doradal, REIVAL, ECONCIENCIA
	Puerto Triunfo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.SP. Municipio de Puerto Triunfo	Parque principal	Chatarrería Doradal, REIVAL, ECONCIENCIA
	Puerto Triunfo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.SP. Municipio de Puerto Triunfo	Parque Estación Cocoma	Chatarrería Doradal, REIVAL, ECONCIENCIA
	Puerto Triunfo	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.SP. Municipio de Puerto Triunfo	Parque principal	Chatarrería Doradal, REIVAL, ECONCIENCIA

Regional	Municipio	Nombre de la Entidad	Tipo de residuos que aprovecha	Tipo de aprovechamiento realizado	Responsable	Dirección Teléfono de contacto	Con que entidades o empresas realiza la comercialización del producto
<b>A G U A S</b>	Granada	AMUSIG - Asociación de Mujeres Campesinas Indígenas de Granada	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Asociación de Mujeres Campesinas Indígenas de Granada - AMUSIG - María Consuelo Giraldo de G.	Calle 18 X Cra 20 8320941 - 3137006670	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	El Peñol	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	Cacharrería El Huevo - Carlos Antonio Gómez	Parque principal 3116233854	Chatarrería El Huevo en Medellín
	Guatapé	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. Municipio de Guatapé - Jesús Orlando Giraldo Arcila	Carrera 30 No. 30-08 861-12-41	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	San Rafael	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P. Municipio de San Rafael - Jhon Fredy Restrepo Sánchez	Carrera 29 No 31-31 858-65-33 Ext. 109	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	San Carlos	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	E.S.P Municipio de San Carlos - María Sofía Castaño Pulgarín	Cotregimiento del Jordan 3128171221	Compradores ubicados en Zamora en Medellín
	San Carlos	Bodega de reciclaje	Inorgánicos (Papel, metal, vidrio)	Recolección, clasificación, compra y venta de materiales reciclables	"E.A.T. Semillitas" - Amparo de Jesús Ciro de Aguirre	Cra. 12 #20 A -25 3145462051	Compradores ubicados en Zamora en Medellín

## **Alternativas de uso y aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables producidos en la región Cornare con miras a la reutilización, transformación y comercialización**

Cada día se imponen nuevos retos tecnológicos que implican romper paradigmas, entre ellos, algunos relacionados con el medio ambiente y en particular con el reciclaje, los cuales comprenden acciones desde la separación en la fuente, que buscan siempre impactar menos los recursos naturales, la reutilización, transformación y aprovechamiento de los residuos sólidos.

En el manejo de estos residuos se debe tener presente además de los hábitos de consumo de la comunidad, la implementación de “La regla de las cuatro erres”, Reducir, Recuperar, Reciclar y Reutilizar. Así mismo tener en cuenta la responsabilidad extendida del productor en la cadena de comercialización, de manera que cada uno asuma el rol que le corresponde a nivel social ambiental y económico.

### **Etapas previas para un programa de aprovechamiento**

Dentro de las actividades previas para un programa de aprovechamiento se tiene, la separación en la fuente, recolección de los residuos sólidos con rutas selectivas, acorde con las características de los materiales o la demanda del mercado y la aplicación de la normativa vigente para el manejo y los horarios de recolección.

### ***Separación de los residuos sólidos en la fuente:***

Un paso fundamental en la gestión de los residuos es la separación en la fuente, puede lograrse a través de procesos de sensibilización, educación y generación de cultura, de tal forma que al separar no se contamine con otros residuos que terminen afectando la calidad de estos.

La etapa de separación en la fuente debe ser realizada por el generador de los residuos sólidos, actividad que consiste en clasificarlos y almacenarlos en recipientes separados, estrategia que facilita el transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición final y garantiza la calidad de los residuos aprovechables. Según la Guía Técnica Colombiana GTC - 24 (2009, 5), se sugiere que los recipientes utilizados en el almacenamiento de los residuos se identifiquen por códigos de colores dependiendo del tipo de residuo así:

Para los residuos del sector doméstico se sugiere los siguientes colores: Aprovechables, blanco. No aprovechables, negro y para los orgánicos o biodegradables verde. Y para los residuos del sector industrial, comercial, institucional, y de servicios recomienda los siguientes colores: Cartón y papel, gris. Plásticos, azul. Vidrio, blanco. Orgánicos, crema. Residuos metálicos, café oscuro. Madera, naranja. Ordinarios, verde.

Se propone para el oriente antioqueño, la siguiente clasificación, desarrollada por el municipio de Envigado Antioquia (2011,10), en la Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos:

*Ordinarios e inertes.*

Envolturas de mecato, servilletas sucias, residuos de barrido, colillas, espumas, restos de vajilla y porcelanas, residuos de alimentos antes y después de su preparación, cascaras de frutas y verduras. Color del recipiente verde.

*Reciclables (papeles y cartón).*

Papel de archivo (impresos y/o escritos en general), papel kraft, cajas de cartón – plegadiza, (cartón delgado), periódicos, revistas, cuadernos y catálogos, papeles de

oficina (fotocopias, sobres, y tarjetas), guías telefónicas, rollos de cartón, empaques de tetra pack. Color del recipiente gris.

*Reciclaje (vidrios y metales).*

Botellas, envases y frascos de cualquier forma y color (compotas, cafés, licores, cervezas, lociones, mermelada), vidrios planos (espejos o ventanas), acero, cobre, plomo, hierro, y aluminio, utensilios de cocinas metálicos, latas de gaseosa y cerveza, tuberías metálicas, adornos y utensilios metálicos, aluminio (metal). Color del recipiente blanco (vidrio) y color café para los residuos metálicos.

*Reciclables plásticos.*

Botellas, envases y frascos de cualquier forma y color, bolsas desechables, vasos desechables, recipientes plásticos en general. Color del recipiente azul.

*Residuos peligrosos.*

Residuos hospitalarios (agujas, algodones, gasas, instrumentos para procedimientos), productos inflamables y recipientes, aceites usados, residuos tóxicos, fármacos vencidos. Color del recipiente rojo.

*Biodegradables.*

Residuos de alimentos (cáscaras de frutas y verduras, restos de alimentos, ripio de café), residuos de poda y material vegetal. Color del recipiente crema

El manejo de los residuos a nivel de los hogares se recomienda que se realice mínimo en dos recipientes o en dos bolsas, en las que se disponga en una los ordinarios y en otra los residuos reciclables.

Desde hace más de 15 años, en los 26 municipios de la región Cornare, con la implementación de los MIRS – Manejo integral de residuos sólidos reciclables a nivel

municipal, se ha logrado excelentes resultados frente a la generación de cultura en la separación de los residuos orgánicos e inorgánicos en los hogares. En éste proceso se ha demostrado y deja como experiencia que la educación debe ser continúa y permanente, adicional a estas acciones se recomienda a nivel municipal incentivar las buenas prácticas ambientales para el manejo de los residuos sólidos y fomentar el reciclaje desde la fuente teniendo en cuenta los siguientes componentes:

*Educación puerta a puerta.*

Tener un grupo de educadores ambientales que realice visitas de sensibilización y educación ambiental en temas relacionados con buenas prácticas para la clasificación y entrega de los residuos sólidos en la fuente.

*Difusión de la información.*

Utilizar diferentes medios informativos como emisoras, canales de tv locales, material impreso suministrado con las facturas de servicios públicos y perifoneo para lograr llegar a toda la población.

*Recipientes de colores.*

Dotar a los usuarios con recipientes o bolsas de colores que identifiquen cada tipo de residuo a fin de que estos sean entregados de forma separada de acuerdo con sus características.

*Comparendo ambiental.*

Aplicación del comparendo ambiental a los usuarios que no entreguen los residuos por separado ni en los horarios dispuestos.

*Recolección selectiva.*

Establecer rutas de recolección selectiva para incentivar a los usuarios a separar y facilitar el manejo de los residuos.

*Bodega de Reciclaje.*

Disponer de un sitio para el almacenamiento y compactación de los materiales reciclaje. Este deberá estar dotado como mínimo de una prensa e implementos de seguridad para el personal que labora realizando la clasificación y embalaje de la materia reciclado.

*Plantas de transformación de Orgánicos.*

Disponer de sitios adecuados para el aprovechamiento y transformación de orgánicos en compostaje, Humos (lombricultivo) etc.

Las ECAS: Si bien en la región Cornare no se han establecido, sería de gran ayuda para mejorar los procesos de clasificación de los residuos sólidos antes de llegar al sitio de disposición final y lograr integrar a los recuperadores ambientales al proceso, para lo cual se requiere del aporte de cada ciudadano, haciendo una adecuada separación en la fuente y entregando los residuos reciclables limpios y secos, para evitar que se mezclen aquellos productos que pueden ser aprovechables con los no aprovechables, para su posterior traslado a una Estación de Clasificación y Aprovechamiento - ECA.

La Estación de Clasificación y Aprovechamiento Municipal es un centro de acopio fijo de tamaño considerable, cuya estructura para recibir el material aprovechable es muy similar a la de una estación de transferencia. Una vez recibido este material, pasa por un proceso de separación y clasificación, posteriormente se

procede a realizar el embalaje y pesaje para almacenarlo. Mientras se realizan las negociaciones para su comercialización.

En la estructura de la parte operativa se define no solo la ubicación geográfica de los centros de acopio temporales, sino también la logística para su transporte, montaje y desmontaje diario, asociado a la ruta selectiva.

En el área administrativa, se escoge la mejor opción para sistematizar el pesaje en los centros de acopio temporal y en la Estación de Clasificación y Aprovechamiento Municipal, para que esta actividad (la sistematización) permita una comparación y verificación donde se concilien valores y así tener un control estricto sobre la producción y la recolección del residuo aprovechable.

Lo anterior, deriva en un área muy importante para el auto sostenimiento de la empresa, correspondiente a la parte comercial. Esta área estará encargada no sólo de comercializar y negociar los residuos aprovechables, sino que estará encargada de la facturación y recaudo de las toneladas dispuestas en la Estación de Clasificación y Aprovechamiento Municipal por parte de los operadores del servicio público de aseo, quienes a su vez han facturado este concepto a los usuarios.

Es parte fundamental del proceso de implementación de la Ruta Selectiva la adquisición del software que gestione y controle todo el sistema descrito y que sobre todo permita en su momento generar e imprimir el vale con el que se le va pagar a los recicladores, cuando sea el caso, o en su defecto alimentar una base de datos para que el reciclador por intermedio de una identificación (cédula, huella digital, tarjeta digital personalizada, etc.) pueda recibir el pago por la cantidad de material recuperable recolectado y entregado en los centros de acopio móviles autorizados. Estos centros de

acopio temporales no manejarán ninguna clase de dinero en efectivo, no solo por seguridad, sino para garantizar una transparencia y trazabilidad total de los procesos; el dinero recaudado a través de la facturación final a los usuarios del servicio de aseo entrará directamente a una fiducia, a través del Fondo, en la cual se encontrará una subcuenta específica para el proceso de aprovechamiento de residuos sólidos, por tanto, este dinero nunca entrará directamente a las arcas de los operadores del servicio público de aseo, sino que el pago que estos le harán al sistema será a través de esta fiducia, generando confianza y transparencia en el proyecto. (Ministerio de Justicia y del Derecho, 2009)

En este sentido, las ECAS se constituyen como centros de acopio fijos y únicos en la región, que tienen una estructura robusta e importante, en la cual el área de recepción de los desechos aprovechables que traiga el operador privado de aseo desde los centros de acopio temporales debe funcionar en forma similar a una estación de transferencia de desechos sólidos ordinarios, es decir, debe tener un sistema de pesaje e impresión de constancia de dicho pesaje y un sitio que facilite el descargue del material aprovechable de forma ágil.

#### ***Recolección selectiva de los residuos sólidos***

Una vez determinado el diseño de la Ruta Selectiva, es necesario establecer un programa de monitoreo y seguimiento que permita establecer el cumplimiento del plan de manejo ambiental del proyecto, para ello es conveniente disponer de un software en el cual se pueda realizar el monitoreo de la gestión de los recicladores en campo, en los centros de acopio temporales y en la Estación de Clasificación y Aprovechamiento; a su vez el software debe tener una base de datos con un censo del total de

recicladores que participan en la Ruta Selectiva, para así lograr tener un control de la operación, donde se pueda tener información tal como ¿a quién y a qué horas se le entregó el material reciclable? y ¿cómo y a qué horas se le entregó el material a los operadores del servicio público de aseo?, entre otros aspectos de interés, permitiendo hacer verificaciones por vehículo, por ruta y por tipo de material aprovechable que entre a la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA)

### **Alternativas de reutilización de materiales reciclables**

La reutilización hace referencia a la prolongación y adecuación de la vida útil de los residuos sólidos recuperados, que mediante procesos o técnicas devuelven a los materiales su posibilidad de utilización en su función original o en alguna relacionada, sin que para ello requieran de procesos de transformación. (Decreto 1713 de 2002). Etapa que implica no solo conciencia y actitud, si no también creatividad e investigación. Por tanto requiere de capacitación e información a los generadores sobre procesos de reutilizar objetos y empaques, de qué tipo de materiales se pueden volver a usar, de cómo dar un uso máximo a las bolsas plásticas y por qué preferir envases de vidrio.

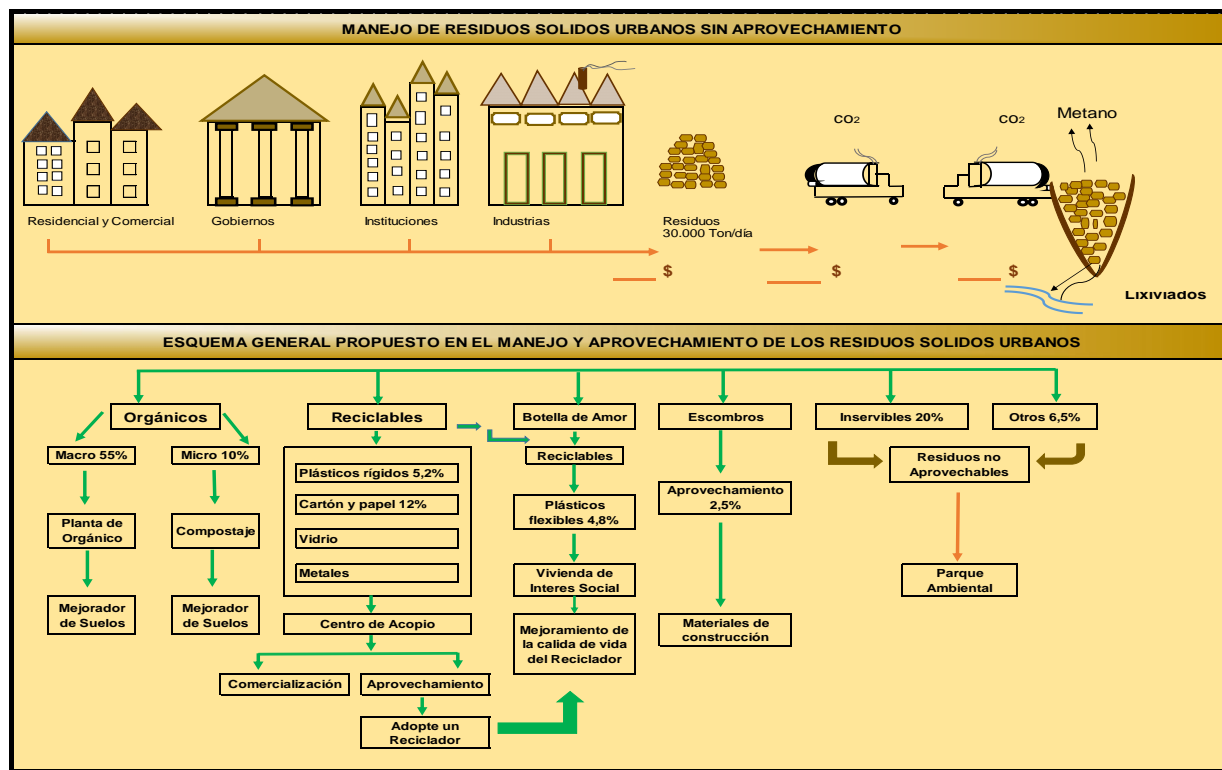
Dentro de las alternativas de reutilización se plantea a nivel doméstico, comercial, industrial e institucional, la realización de talleres de artesanías y ferias de productos usados.

### **Alternativas de aprovechamiento**

La gestión integral en el manejo de los residuos sólidos urbanos debe incluir acciones tendientes a generar cultura urbana frente a la minimización, la reutilización, el reciclaje y el aprovechamiento.

Se propone para la región del oriente antioqueño las siguientes alternativas de aprovechamiento para los residuos sólidos urbanos:

Figura 9. Manejo y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos



### *Alternativa aprovechamiento de los orgánicos:*

Los residuos orgánicos en la región superan el 55% del total de los residuos urbanos generados, al ser aprovechados se contribuye con beneficios económicos y ambientales, entre los que se destacan, extender la vida útil de los rellenos sanitarios, disminuir la generación de lixiviados y de biogás en los sitios de disposición final, por ende disminución en costos de transporte y de tratamiento, adicionalmente se puede generar un producto que sirve como mejorador de suelos, el cual puede ser utilizado en áreas públicas, en zonas de reforestación y en la agricultura.

La gestión municipal de los residuos sólidos orgánicos, debe tener en cuenta los siguientes componentes: Clasificación y almacenamiento de los residuos, recolección diferenciada y transporte, tratamiento, distribución y utilización del producto.

Dentro de las alternativas tecnológicas de aprovechamiento de residuos orgánicos se tiene: Compostaje, lombricultivo, biogás, biocombustibles, biofermentos, deshidratación de residuos, la incineración, pirolisis y plasma.

Para el manejo de los residuos sólidos urbanos para los municipios de la jurisdicción de Cornare, se plantean dos alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos:

*Alternativa de aprovechamiento nivel Macro.*

Como tecnología alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en la región que representan el 55%, se plantea se realice en una Planta de orgánicos, a través métodos como el compostaje y pirolisis.

Según la Norma Técnica Colombiana NTC-5167, el compostaje es el proceso de oxidación aerobia de materiales orgánicos que conduce a una etapa de maduración mínima (estabilización), se convierten en un recurso orgánico estable y seguro para ser utilizado en la agricultura. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (INCONTEC, 2004).

“La pirolisis proceso fisicoquímico, mediante el cual el material orgánico, se descompone por la acción del calor, en una atmósfera deficiente de oxígeno y se transforma en una mezcla líquida de hidrocarburos, gases combustibles, residuos secos de carbón y agua”. Con la generación de energía derivada del proceso se puede alimentar la planta de orgánicos o sector aledaño.

Se sugiera a las administraciones municipales, tener en cuenta, experiencias exitosas en la región, como son, el Centro de Compostaje del Municipio de El Santuario Antioquia, la sensibilización y generación de cultura con la estrategia de separación en la fuente y tratamiento de los residuos sólidos en los municipios de El Carmen de Viboral y Guatapé. Además de definir las áreas para la instalación de las estaciones de clasificación y aprovechamiento, con los siguientes criterios para la localización de las plantas de aprovechamiento y valorización:

Deben tenerse en cuenta que sea compatible con los usos del suelo establecidos en el plan de ordenamiento territorial, plan básico de ordenamiento territorial o esquema de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT).

Conservar un retiro mínimo de 50 metros de áreas residenciales cuando se efectúe la gestión de fracciones de residuos sólidos inorgánicos reciclables, para estos casos su localización debe realizarse preferiblemente en áreas con uso de suelo industrial; y de 500 metros de áreas residenciales cuando se efectúe la gestión de fracciones de residuos sólidos orgánicos biodegradables preferiblemente localizarse en áreas con usos del suelo de expansión urbana, periurbano o rural.

Y que el predio no presente restricciones de tipo ambiental.

*Alternativa de aprovechamiento de residuos orgánicos como mecanismo de dignificación de la labor del reciclador por disposición evitada en la región del oriente antioqueño a nivel Micro.*

Para aprovechar el 10% de los residuos orgánicos generados, consiste en integrar a los recicladores de oficio del municipio con el aprovechamiento de éste tipo de residuos, a través de la adopción de un reciclador de la localidad.

Como metodología se propone dotar a cada unidad familiar de los recicladores de la región, con un sistema de compostaje cerrado apto para el manejo de residuos orgánicos generados de su hogar; con el objetivo de hacer un reconocimiento de incentivos por disposición evitada, como mecanismo de dignificación de la labor del reciclador en el oriente antioqueño

El sistema de compostaje, debe ir acompañado de capacitación para un adecuado manejo. La recolección debe estar programada para que cada 3 meses el reciclador de oficio, lleve a un centro de acopio el compostaje ya procesado en el hogar, para picado, almacenamiento, mejoramiento y comercialización. Producto que también podrá ser utilizado como abono en las zonas verdes municipales o espacios públicos.

El proyecto debe incluir un Centro de acopio, destinado para el almacenamiento, picado, empacado y comercialización y/o distribución del producto, dotado con infraestructura básica de servicios y herramientas.

Dotación al reciclador de la zona. A cada reciclador que ingrese a la propuesta se le asignara un área, en la que la comunidad lo conocerá y a él le entregaran los materiales reciclables y el material orgánico. Así mismo este será dotado con implementos como: gorra, chaleco, elementos de seguridad (guantes, tapabocas etc.) y una carretilla adecuada para transportar el material compostado.

Como alternativa económica para los recuperadores ambientales se plantea, generar valor agregado a los subproductos de residuos sólidos comercializados, que involucren a sus familias y núcleo familiar, permitiendo adquirir nuevos conocimientos y

destrezas sobre el aprovechamiento de estos residuos. Lo cual puede lograrse a partir de convenios con universidades y empresas de la región.

Capacitación permanentemente por parte de los entes responsables del manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos dirigida a los recicladores de oficio, en temas relacionados con la recolección, separación, tipos de residuos aprovechables, autoestima y valoración personal entre otros.

***Aprovechamiento de los Reciclables:***

Para los materiales como los plásticos rígidos, vidrio, metales, cartón y papel, que son el 5.2% del total de los residuos generados, se propone almacenarse y tratarse en un centro de acopio regional o subregional, los cuales deben estar dotados de una infraestructura básica de servicios, de herramientas y de una prensa hidráulica.

Adicionalmente deben contar con áreas de, recepción, clasificación, almacenamiento por tipo de residuo, comercialización, área administrativa, de servicios, y de zonas donde se realice tratamiento previo del material antes de ser distribuido de tal manera que se disminuya volumen y se facilite el transporte de los materiales reciclados, hasta los sitios de transformación y aprovechamiento.

Los residuos sólidos reciclables se pueden tratar con procesos como la incineración, pirolisis, termólisis o valorización.

Para el oriente antioqueño el reciclaje mecánico para materiales como el plástico es el que más aplica, y es un proceso físico mediante el cual el plástico post – consumo o el industrial es recuperado para su posterior utilización. El proceso de reciclaje del plástico comprende siete fases: La primera de recolección y separación, actividad de recuperación similar a la desarrollada para materiales como el papel, vidrio, realizada

a través de los recuperadores de oficio. La segunda de separación final y limpieza se realiza de manera manual, etapa que consiste en clasificar el material de manera definitiva y eliminar las impurezas gruesas del material como etiquetas, ganchos entre otros, la tercera fase comprende el proceso de lavado y secado, el cual se hace en una máquina lavadora para desprender los restos orgánicos y otros contaminantes del material plástico molido, y posteriormente se secan en la máquina secadora. Le siguen la molienda, utilizada para materiales rígidos o pasta fundamentalmente. El proceso de aglutinado para obtener la forma de grano o de crispela. Luego con la extrusión se derrite el material, se homogeniza la masa fundida y se obtiene un spaghetti. Y por último la fase de pelletización, que es el proceso mediante el cual a través de un molinillo o una pelletizadora se corta el spaghetti en pedazos pequeños.

A nivel de transformación del plástico se propone incentivar el reciclaje mecánico, y generar incentivos para las empresas instaladas en región dedicadas al aprovechamiento de éste material.

Con el papel reciclado se pueden fabricar dos productos, papeles corrugados, que sirven como capa intermedia de los cartones corrugados; y papeles decolorados, como los papeles higiénicos, servilletas, cuadernos papel para fotocopiadora e impresión.

***Aprovechamiento de las envolturas de mecatro para dotar de casas elaboradas en plástico reciclables a los recicladores de la región a través del programa Llena una Botella de amor:***

Aprovechamiento del 4.8% de residuos reciclables como los plásticos flexibles, los cuales serán transformados en elementos para la construcción de viviendas de

interés social, para la población de los recicladores de oficio, incorporados al programa Adopta un reciclador, mejorando así la calidad de vida de esta comunidad.

La empresa Econciencia S.A.S (2016), dentro de su programa de Llena una Botella de Amor busca construir Viviendas de interés social en aglomerado plástico producido a partir de plásticos reciclados, que sin duda mejoran la calidad de vida del reciclador a través del manejo, aprovechamiento adecuado de los residuos plásticos, y la promoción de los procesos de educación ambiental. Esta propuesta puede ser aplicada mediante alianzas estratégicas con los gobiernos municipales, departamentales, nacionales e internacionales, así como las empresas privadas.

Por cada casa que se construye en madera plástica se libra al planeta de 7 toneladas de residuos.

La propuesta consiste en el aprovechamiento y valoración de los empaques plásticos de mecatos reciclados y/o almacenados en las botellas de pet, en instituciones públicas y en privadas, en instituciones educativas; desarrollando mediante la siguiente ruta:

Institucionalización del proyecto y dimensionamiento del mismo.

Motivación a la comunidad del compromiso ambiental.

Lobby para lograr la vinculación de las empresas de la región al proyecto. Mercadeo del proyecto.

Integración con los PGIRS, MIRS y demás estrategias de manejo de residuos sólidos municipales.

Inicio el proceso de educación y capacitación comunitaria y empresarial.

Manejo, disposición y aprovechamiento adecuado de los materiales producto del proyecto entregados desde la comunidad.

Vinculación de las entidades y organizaciones de recuperadores ambientales al proyecto.

Vinculación de las empresas de servicios públicos domiciliarios de la región.

Vinculación del proyecto con los Proyectos ambientales escolares (PRAE).

Entrega de la vivienda al reciclador de oficio.

*Pasos a seguir para ser beneficiario en el proceso:*

Manifestación de interés en hacer parte del proceso.

Socialización de la metodología del proyecto con la comunidad

Lave y seque muy bien una botella. Guarde la tapa.

Deposite en la botella: Paquetes de golosinas limpios (empaques de papas, galletas, dulces, entre otros). Bolsas limpias y secas de todo tipo (Cereales, arroz, azúcar, granos, leche, detergentes, bolsas de mercado, entre otros), Mezcladores (pitillos).

Con la ayuda de un material de madera o una varilla, comprime los residuos para no dejar espacios entre ellos y lograr una botella compacta. Una vez llena y con el material en su interior bien compacto, Tape la botella.

Depositamos las botellas en los puntos de acopio que instalamos en estratégicos para su óptima recolección.

El material reciclado debe ser enviado a la empresa ECONCIENCIA S.A.S para la construcción de viviendas

Una vez alcanzadas las metas de recuperación y disposición evitada, la fundación Donara a las comunidades de bajos recursos, priorizando aquellas que participen activamente en el proceso de recolección de materiales plásticos aprovechables las viviendas construidas con los recursos captados por valoración de los materiales allí depositados.

#### **Alternativas pedagógicas para aplicar la norma**

En cuanto a la educación formal teniendo en cuenta que ley 23 del 1973 en el artículo 9, indica que el gobierno nacional debe incluir dentro de los programas de educación a nivel primario, medio, técnico y universitario, cursos regulares sobre conservación y protección del medio ambiente, a través del proyecto ambiental escolar (PRAE), e implementar en las instituciones educativas como escuelas, colegios, y universidades, campañas educativas y de socialización en temas relacionados con el manejo, minimización y reutilización de los residuos sólidos.

#### **Alternativas educativas**

##### ***Álbum Educativo del reciclaje:***

El cual consiste en diseñar y elaborar un álbum de figuras coleccionables; para estimular el reciclaje desde la fuente al recibir estímulos por llenarlo; La comunidad educativa podrá canjear las figuras para llenar el álbum, que serán canjeadas por reciclaje en cualquiera de las sucursales de la caja del reciclaje.

*Metodología.* Por cada 5 kilos de materiales reciclados bien clasificados (papel, metal, chatarra y vidrio), el usuario podrá reclamar un paquete de 5 figuras coleccionables para llenar el álbum en cualquiera de las sucursales de las Cajas del reciclaje existentes en la región.

*Figuras.* Se diseñaran paquetes de 5 figuras para llenar el álbum las cuales podrán ser cambiadas por los usuarios en las cajas del reciclador.

*Reciclaje Entregado a Caja.* El 50% de este será comercializado por la empresa recicladora para generar ingresos para beneficio de los asociados.

*Financiación de Estímulo.* El 50% del material reciclable será comercializado y guardado en una cuenta especial a nombre del proyecto para la compra de incentivos para entregar a las personas que llenen el álbum.

*Jornadas De Intercambio de Figuras.* Cada dos meses se realizaran jornadas en el parque de los municipios amenizadas con actividades lúdicas educativas en el Aula ambiental; en las que se realizaran intercambio de figuras y se educara a la comunidad sobre el manejo adecuado de los residuos sólidos y adaptación y mitigación al cambio climático.

*Álbum Lleno.* Una vez el álbum sea llenado en su totalidad de manera correcta; el usuario podrá llevarlo a las cajas del reciclador donde podrá cambiarlo por premios

*Incentivos.* El álbum lleno de manera correcta podrá ser cambiado por: paseos a sitios turísticos y recreativos de la región, entradas a partidos de futbol, y otros elementos de interés de la comunidad (se elabora una tabla de premios)

### **Manejo y comercialización de los residuos aprovechables**

Dentro del ordenamiento del territorio los municipios en cabeza de sus representantes legales, deben establecer criterios de localización para comercializar materiales reciclables frente a la ubicación de los locales y requerimientos para su funcionamiento, así mismo determinar las características de los locales para comercializar materiales recuperados, e indicar las zonas permitidas, zonas restringidas y las zonas prohibidas, tal y como lo indica la norma.

Como mecanismo de eliminación de la dispersión existente frente al reciclaje de los residuos, se hace necesario crear unos sistemas de unificación de mercadeo; que pueden ser de tipo regional o subregional de acuerdo al esquema de división sectorial de la Corporación; a través del establecimiento de un Centro de acopio y comercialización regional, y de cinco centros de acopio de comercialización subregional.

### **Incentivo por aprovechamiento**

La administración municipal y las E.S.P podrán generar un incentivo por aprovechamiento que beneficie al reciclador por cada tonelada recuperada y evitada su disposición en relleno sanitario. Se propone un bono por ochenta mil pesos (\$80.000) por tonelada recuperada y aprovechada; el cual podrá ser redimido en supermercados, almacenes y centros recreativos, que entren a ser parte de las empresas que apoyen la propuesta. El reciclador tendrá la opción de acumular sus bonos o redimirlos en los establecimientos que se integren a la propuesta, una vez emitidos. Así mismo buscar mecanismos de comercialización del compostaje.

A continuación se muestran los ingresos proyectados al año 2020 que pueden generar los residuos, para que las comunidades de recicladores o grupos organizados encuentren mejores oportunidades de mejorar sus ingresos y el de sus familias, aportando una gran cantidad de residuos a la cadena del reciclaje y ayudando a generar nuevas formas de una economía circular y sostenible.

Tabla 10. Cálculo de valor de residuos reciclables para la región Cornare

CÁLCULO DE VALOR DE RESIDUOS PARA LA REGIÓN DE CORNARE						
Toneladas año proyectadas año 2020	Tipo de material	Valor de compra al reciclador	Reconocimiento por costo evitado	Ton/año* valor de la compra al reciclador	(Ton/año) *Reconocimiento por costo evitado	Total ganancias para los recicladores
17.500	plástico flexible	\$450.000	\$80.000	\$7.875.000.000	\$1.400.000.000	\$9.275.000.000
17.521	plástico Rígido	\$450.000	\$80.000	\$7.884.450.000	\$1.401.680.000	\$9.286.130.000
10.006	vidrio	\$100.000	\$80.000	\$1.000.600.000	\$800.480.000	\$1.801.080.000
2.502	metales (Chatarra ferrosa)	\$350.000	\$80.000	\$875.700.000	\$200.160.000	\$1.075.860.000
9.000	cartón	\$200.000	\$80.000	\$1.800.000.000	\$720.000.000	\$2.520.000.000
3.508	papel archivo	\$500.000	\$80.000	\$1.754.000.000	\$280.640.000	\$2.034.640.000
162.599	orgánico	\$150.000	\$80.000	\$24.389.850.000	\$13.007.920.000	\$37.397.770.000

### Obligaciones de los municipios con el aprovechamiento y disposición evitada

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT, 2013,36), establece entre otras las siguientes obligaciones para los municipios y distritos:

En los PGIRS deben incorporar y fortalecer de manera permanente y progresiva acciones afirmativas en favor de la población recicladora de oficio.

Adelantar la actualización del censo de recicladores, así como identificarlos y carnetizarlos

Formalizar la población recicladora de oficio, para que participe de manera organizada y coordinada en la prestación del servicio público que comprende la actividad complementaria de aprovechamiento.

Adicionalmente La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) expidió la Resolución CRA 720 de 2015 por medio de la cual se define el nuevo marco tarifario para el servicio público de aseo para municipios que con más de 5.000 suscriptores. Para los municipios con menos de 5.000 suscriptores sigue vigente la metodología contenida en la Resolución CRA 351 y 352 de 2005.

El nuevo marco promueve una gestión eficiente, lo que significa que la prestación de un buen servicio debe generar una dinámica de competencia. A esto contribuye también que el régimen de calidad y descuentos del nuevo marco incentiva que los prestadores compitan ofreciendo mejor servicio a un precio razonable a los usuarios.

Además contiene importantes avances, uno de ellos, la nueva forma de remuneración de la actividad de aprovechamiento que realiza la población recicladora de oficio. Igualmente, contiene lo relativo a las actividades de corte de césped, poda de árboles, limpieza de playas rivereñas y costeras, lavado de áreas públicas e instalación de cestas.

Otro avance importante es el reconocimiento de la remuneración vía tarifa a las tecnologías alternativas al relleno sanitario para la disposición final de residuos sólidos. Con relación a los costos de recolección y transporte de residuos no aprovechables, se introduce un modelo de evaluación de alternativas de mínimo costo bajo criterios de eficiencia económica; en el cual se comparan, la alternativa de utilizar estación de transferencia de residuos sólidos para optimizar costos de transporte y aprovechar economías de escala, relacionados con la opción de realizar transporte en el mismo vehículo recolector de residuos.

## Conclusiones

Las experiencias exitosas en la región en materia de separación en la fuente, y aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos, son el resultado de la continuidad que se ha dado en el proceso de formación, educación y sensibilización a los generadores, por parte de los entes prestadores del servicio de aseo y de los convenios interadministrativos celebrados entre los municipios y la Corporación, sobre el manejo integral de residuos sólidos - MIRS.

Para posibilitar el manejo adecuado de los residuos sólidos y evitar la generación de impactos ambientales en la Región Cornare, es necesario pensar en soluciones de manejo, tratamiento, aprovechamiento y disposición final a nivel región

Al reciclar residuos como el plástico, el vidrio, acero, papel y cartón, contribuimos para que los recursos naturales como el petróleo, hierro, la arena, el carbonato de sodio, carbón y la piedra caliza, subsistan en su estado original, así mismo se evita el aprovechamiento de árboles, se ahorra agua, energía y se disminuye la emisión de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los gases efecto invernadero causante del cambio climático.

Con el aprovechamiento de los residuos generados en la región del oriente antioqueño, se contribuye a disminuir la demanda de recursos naturales, reducir la contaminación ambiental al disminuir los residuos que se llevan a los rellenos sanitarios y así mismo aumentar la vida útil de los sitios aprobados y destinados para la disposición final.

Las alternativas de aprovechamiento de los residuos orgánicos, se convierten en un mecanismo social, ambiental y económico para apoyar la dignificación de la labor del reciclador, por buen manejo y disposición evitada.

El aprovechamiento de los residuos sólidos conlleva considerables beneficios ambientales en cuanto al ahorro de materias primas, energía, agua y reducción de emisión de gases efecto invernadero. Así mismo, esta actividad contribuye al desarrollo económico y social de la región a través de la generación de empleo y tejido social

La región de Cornare cuenta con un sector dedicado a la recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos importante, sin embargo los recicladores o recuperadores de oficio, en un alto porcentaje no están organizados, y las organizaciones existentes, no están lo suficientemente fortalecidas, lo que evidencia que en la zona aun estos actores no están articulados como una verdadera cadena de reciclaje, ni actúan en función de un sistema de recuperación y aprovechamiento organizado y consolidado, sino que prevalece la ilegalidad y la informalidad.

El nuevo marco tarifario define la forma como se incluyen recursos de la tarifa a Las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento, atendiendo la necesidad de contar con recursos que permitan la sostenibilidad del sistema, dado en número de personas que deben ingresar al mismo.

### **Recomendaciones**

Gestionar la construcción y puesta en operación de un parque ambiental regional con tecnología de punta, que funcione como una industria de aprovechamiento, manejo y transformación de los residuos sólidos generados, bajo tres principios fundamentales, la protección al medio ambiente, la economía y la solidaridad.

Los entes territoriales deberán implementar acciones tendientes a la legalización de los gremios de recuperadores ambientales, que realizan la actividad del reciclaje en la región, para lograr que esta labor se realice de manera organizada, productiva, incluyente y competitiva.

Los Municipios podrán definir de forma clara la operación y el modelo de articulación de Las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento con los PGIRS, a fin de favorecer la comercialización de los materiales reciclables y el reconocimiento de la labor del recuperador ambiental.

Las administraciones municipales y/o las Empresas prestadoras del servicio público de aseo E.S.P., para lograr minimizar los residuos que se llevan a los sitios de disposición final, deben implementar acciones de manera continua y permanente en la etapa de separación en la fuente, con campañas de tipo educativo y de sensibilización a la comunidad en general, situación que se verá reflejada en los indicadores de las actividades de recolección, tratamiento, aprovechamiento de los residuos sólidos y disminución de costos en la prestación del servicio de aseo.

Así mismo deberán incorporar los lineamientos dados desde las políticas nacionales, regionales y municipales, a través de la recolección selectiva y estaciones de clasificación y aprovechamiento, y la integración de los recicladores de oficio.

Los municipios deben establecer criterios de localización para comercializar materiales reciclables frente a la ubicación de los locales y requerimientos para su funcionamiento, así mismo determinar las características de los locales para comercializar materiales recuperados, e indicar las zonas permitidas, zonas restringidas y las zonas prohibidas.

Se recomienda de manera puntual, la concertación con todos y cada una de las entidades e instituciones que desarrollan actividades de recuperación y comercialización de residuos sólidos, para posibilitar acuerdos marco sobre cómo es la manera más rentable social y ambiental en que se debe desarrollar la actividad, demostrando los beneficios y ventajas que se pueden obtener a partir de la organización empresarial comunitaria, como una estrategia de motivación para que dichos actores se vinculen de manera decidida al proyecto y permitan su éxito y sostenibilidad en el tiempo. Esta actividad deberá congregar a las entidades que desarrollan actividades de formación y educación en el tema ambiental y empresarial, incitándolos a cumplir sus objetivos a partir del apoyo a iniciativas como la planteada en el proyecto.

Se deben generar estrategias interinstitucionales que permitan la adquisición de infraestructuras adecuadas para el almacenamiento y tratamiento de los residuos sólidos, así como la disposición de puntos temporales de almacenamiento y clasificación y finalmente, realizar campañas de concientización en las que pongan en evidencia los beneficios del reciclaje.

Buscar mecanismos prácticos y viables para desarrollar programas que involucren los diferentes actores de la sociedad en la construcción de la cultura del aprovechamiento y de no basura.

Los municipios deben adelantar el censo de recicladores y las acciones para la formalización de la población recicladora de oficio.

Se propone a la empresa de servicios públicos, valorar el costo de disposición del material orgánico por parte de las comunidades barriales que realicen este tipo de actividades y reducir este valor en las tarifas de recolección, para motivar a las comunidades barriales a reciclar y manejar sus residuos como compensación por costos evitados en transporte y disposición final

Se requiere una directriz que articule los eslabones del sistema de recuperación y aprovechamiento de los residuos sólidos inorgánicos con el propósito de que la actividad del reciclaje en la región, sea mucho más organizada, preventiva, productiva, incluyente y sobre todo competitiva.

Los PGIRS deberán definir de forma clara la operación y el modelo de articulación de Las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento, dejando en claro la responsabilidad frente a su operación, y su incorporación al modelo de aseo definido para cada municipio. La participación del sector industrial de forma directa en los procesos de compra de materiales, deberá estar mediado por acuerdos que permitan de una u otra forma, favorecer la comercialización de los materiales. Así mismo esta participación deberá incluir capacitaciones a los recuperadores en actividades que incluyan la selección y entrega de los materiales de la forma requerida para su incorporación en los procesos industriales.

Adicionalmente, es importante que para el funcionamiento de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), se defina de manera clara la forma como este espacio será entregado a los recicladores de oficio para su operación; ya que estos deberán estar organizados y capacitados para las diferentes actividades que se realizan en este.

## Referencias

- ACODAL, Seccional Noroccidente. (2015). *Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS 2015 – 2027 del Municipio de Rionegro, con base en el Decreto 2981/2013 y Metodología Resolución 0754/2014* Convenio de Cofinanciación No. 037/2015. Rionegro: ACODAL Seccional Noroccidente.
- Acosta Velásquez, J. J. (2015). *Centro Municipal de Compostaje con Aireación Mixta. Modelo Empresarial para municipios de 5.000 a 50.000 habitantes*. En ExpoResiduos. VII Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos. Medellín.
- Álvarez, V. A. C. (2015). Reciclaje de tela en Medellín. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/colombia/medellin/reciclaje-de-tela-en-medellin/15251215>
- André Francisco J. y Cerdá, E. (2005) *Gestión de residuos sólidos urbanos análisis económico y políticas públicas*. Recuperado de <http://public.centrodeestiosandaluces.es/pdfs/E200523.pdf>.
- Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2013). *Manual de Compostaje. Manual de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos a través de Sistemas de Compostaje y Lombricultura en el Valle de Aburrá*. Recuperado de <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/Manual%20Compostaje.pdf>
- Arias Jiménez, F. (2012). *Colombia apuesta por el reciclaje del vidrio*. Recuperado de <http://twenergy.com/co/a/colombia-apuesta-por-el-reciclaje-de-vidrio-618>.

Asesores y Consultores Público Privados Duque Guzmán S.A.S. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos San Carlos Antioquia. Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de San Carlos - Antioquia ajustado al año 2015 y proyectado al año 2019, en cumplimiento del Decreto 2981 de 2013 y la Resolución 0754 de 2014 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.* San Carlos: Alcandía.

Asociación Nacional de Fabricantes de Envases de Vidrio. Anfevi. (2014). *El reciclaje del vidrio.* Recuperado de <http://www.anfevi.com/noticias/18/la-tasa-europea-de-reciclaje-de-vidrio-supera-el.html>

Banco Mundial. (2011). Recuperado de [www.bancomundial.org/es/country/colombia](http://www.bancomundial.org/es/country/colombia)  
Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. (2012). *Guía para el Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos. Mediante Compostaje y Lombricultura.* Bolivia: MMAyA

BVSDE. (s.f.). Alternativas para reciclar indirectamente los residuos sólidos urbanos. Recuperado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd61/tecnadmvo/cap6.pdf>

Castro, S. M. (2013). América Latina Muestra Avances en reciclaje de plásticos. recuperado de <http://www.plastico.com/temas/America-Latina-muestra-avances-en-reciclaje-de-plasticos-recuperados+3091892>.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – Guía – RAS 001. Definición del nivel de complejidad y evaluación de la población, la dotación y la demanda de agua.* Bogotá: Min. Ambiente.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2005). *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*. Bogotá: Min. Vivienda.

Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/DecretosAgua/0838%20-%202005.pdf>.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2003). *Resolución 1045 de 2003 Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones del 26 de septiembre de 2003*. Bogotá: Min Ambiente. (En línea). Recuperado de

[http://www.asocars.org.co/normas/RESIDUOS\\_SOLIDOS/Resoluci%C3%B3n\\_1045\\_de\\_2003.pdf](http://www.asocars.org.co/normas/RESIDUOS_SOLIDOS/Resoluci%C3%B3n_1045_de_2003.pdf).

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Guías Ambientales Sector Plásticos. Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo*. Bogotá: Min. Ambiente.

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y FONAN. (2008). *Construcción de Criterios Técnicos para el Aprovechamiento y Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos con alta tasa de Biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón. Manual 2: Plástico y vidrio*. Bogotá: MAVDT. Recuperado de [http://comunidad.udistrital.edu.co/viverosepara/files/2013/07/min-amb-criterios\\_tec\\_plastico\\_vidrio.pdf](http://comunidad.udistrital.edu.co/viverosepara/files/2013/07/min-amb-criterios_tec_plastico_vidrio.pdf).

- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y EPAM S.A. E.S.P. (2008). *Construcción de Criterios Técnicos para el Aprovechamiento y Valorización de Residuos Sólidos Orgánicos con alta tasa de Biodegradación, plásticos, vidrio, papel y cartón. Manual 1: Generalidades*. Recuperado de [http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075\\_170909\\_criterios\\_tecnicos\\_generalidades.pdf](http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358043/4075_170909_criterios_tecnicos_generalidades.pdf)
- Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS – 2000*. Recuperado de: [http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/8\\_Sistemas\\_de\\_aseo\\_urbano.pdf](http://cra.gov.co/apc-aa-files/37383832666265633962316339623934/8_Sistemas_de_aseo_urbano.pdf).
- Colombia. Ministerio de Desarrollo Económico (2002). *Decreto 1713 de 2002 Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Recuperado de: [https://www.google.com.co/?gfe\\_rd=cr&ei=mg25VvrnGciy8wentIWQCQ#q=decreto+1713+del+2002+pdf](https://www.google.com.co/?gfe_rd=cr&ei=mg25VvrnGciy8wentIWQCQ#q=decreto+1713+del+2002+pdf)
- Colombia. Ministerio de Justicia y del Derecho. (2009). Sentencia T-291. Corte Constitucional. Recuperado de: <http://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2009/t-291-09.htm>
- Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2012). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico*. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO%20F.pdf>.

Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2013). *Decreto 2981 de 2013 Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo del 20 de diciembre de 2013*. Bogotá: Min Vivienda.

Colombia. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2015). *Comisión de Regulación de Agua Potable Saneamiento Básico. Resolución CRA 720 de 2015 del 9 de 2015. "Por medio de 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"*. Recuperado de:

<http://www.cra.gov.co/es/otras-secciones/item-otras-secciones/23170-resolucion>.

Consejo de Reciclaje de Botellas de PET. (2009). *Tecnología del plástico. Información Técnica y de Negocios para la industria Plástica en América Latina*. Recuperado de [www.plastico.com/imprimir/El-reciclaje-de-PET-esta-en.../\\_3084014](http://www.plastico.com/imprimir/El-reciclaje-de-PET-esta-en.../_3084014)

Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare "CORNARE" y Universidad de Antioquia. (2010). *Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Regional para el oriente antioqueño*. Tomo 2 Estructuración del Plan de Gestión Integral de Residuos Regional para el oriente antioqueño. Volumen 1 Proyecciones. (Convenio 199-9). Medellín. Corporación Autónoma Regional de las cuencas de los ríos Negro y Nare "CORNARE" (2009). *Plan de Acción 2007-2011. Gestión Ambiental con Desarrollo Social*. El Santuario: Cornare.

Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas y Departamento Administrativo de Planeación de Antioquia. (2007). *Población en los municipios de Antioquia*

- por subregión según los últimos censos 1964 – 2005*. Recuperado de <http://www.antioquia.gov.co/antioquia-v1/organismos/planeacion/anuario-2007/CAPITULO%203/indice-3.htm>.
- Econciencia S.A.S. (2016). *Llena una Botella de Amor*. Rionegro: 2016
- eHow. (2012). *Beneficios de reciclar vidrio y plástico*. Recuperado de [http://www.ehowenespanol.com/beneficios-reciclar-vidrio-plastico-lista\\_82240/](http://www.ehowenespanol.com/beneficios-reciclar-vidrio-plastico-lista_82240/)
- El Reciclaje. (s.f). *Reciclaje del Aluminio*. Recuperado de: <http://elreciclaje.org/content/reciclaje-de-aluminio>
- Fernández Muerza, A. (2015). *Reciclar papel: por qué beneficia al ambiente y cómo se hace*. Recuperado de: [http://www.consumer.es/web/es/medio\\_ambiente/urbano/2008/12/04/181902.php#sthash.cTc6A7gr.dpuf](http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2008/12/04/181902.php#sthash.cTc6A7gr.dpuf)
- Fundación azul Ambientalista. (s.f.). *Reciclado de Papel y Cartón*. Recuperado de: <http://www.azulambientalistas.org/recicla jepapelycarton.html>
- Fundación vida sostenible (2014) *Reciclaje de papel en Europa*. Recuperado de <http://www.vidasostenible.org/informes/reciclaje-de-papel-en-europa>
- Gerencia de Servicios a la Ciudad y Medio Ambiente. (s.f.). *Los Beneficios de Reciclar*. Recuperado de <http://www.surcoverde.com/contenidos.php?cid=30>
- Interempresas. (2011). *El ciclo de vida del aluminio*. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Reciclaje/Articulos/47930-El-ciclo-de-vida-del-aluminio.html>.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (2009). *Guía Técnica Colombiana. Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Guía para separación en*

- la fuente.* (GTC – 24). Recuperado de <http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, (2004). Productos para la industria agrícola. Productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas de suelo. Bogotá: ICONTEC, 2004. (NTC – 5167)
- Lecitra. (2010). Reducir, reutilizar y reciclar. *El problema de los residuos sólidos urbanos*. Recuperado de: <https://geic.files.wordpress.com>.
- Mas Verde. Noticias Verdes. *España es líder mundial en reciclaje de papel y cartón*. Recuperado de: <http://masverde2000.blogspot.com.co/p/noticias-verdes.html>.
- McManus, P .y Gibbes, D. (2008).McManus, P., y Gibbs, D. (2008). ¿Industrial ecosystems? The use of tropes in the literature of industrial ecology and eco-industrial parks. *Progress in Human Geography*, 32, 525-540.
- Mejía, L. Fe. (2010). *Estadísticas del reciclaje en Colombia* Recuperadode<http://ciudadverdeluisa.blogspot.com.co/2010/04/estadisticas-del-reciclaje-en-colombia.html>.
- Municipio de Alejandría. (2015). *Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipio de Alejandría Antioquia. Módulo I Diagnóstico Integral y Análisis Brecha. Alejandría*.
- Municipio de El Peñol. (2015). Actualización Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipio de El Peñol: 65 - 72
- Municipio de El Retiro. (2015). Revisión, *Actualización y ajuste del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) El Retiro 2015 -2027*. El Retiro.

Municipio de Envigado. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Rural. (2011). *Guía para el adecuado manejo de los residuos sólidos y peligrosos. Envigado.*

Recuperado de:

[http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia\\_residuos.pdf](http://www.envigado.gov.co/Secretarias/SecretariadeMedioAmbienteyDesarrolloRural/documentos/publicaciones/Guia_residuos.pdf)

Municipio de Granada. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos municipio de Granada.*

Municipio de Guatapé. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS 2016-2027*, municipio de Guatapé departamento de Antioquia. Guatapé.

Municipio de San Rafael. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016 – 2027*. San Rafael Antioquia.

Municipio de Sonsón. (2015). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el municipio de Sonsón Antioquia*, Anexo 5. Diagnostico 2013 2015. Diagnostico Técnico, Operativo y de Planeación. Sonsón.

Music in the Wonderland. *Reciclado del vidrio, papel y plástico. El Reciclaje del vidrio.*  
Recuperado de:<https://musicinthewonderland.wordpress.com/bimestre-3/tareas-3/reciclado-de-vidrio-papel-y-plastico/>

Ortega Leyva, M. N. (2011). *El reciclaje de PET está en su mejor momento.*

Recuperado de<http://www.plastico.com/temas/El-reciclaje-de-PET-esta-en-su-mejor-momento+3084014>.

Profesor en línea (s.f). Recuperado de:

<http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/Reciclaje.htm>

Ramírez Coral, P. (2014). Suecia un ejemplo en el manejo de

residuos.[http://www.elmundo.com/portal/noticias/poblacion/suecia\\_un\\_ejemplo\\_en\\_el\\_manejo\\_de\\_residuos.php#.VtRtvblZiM8](http://www.elmundo.com/portal/noticias/poblacion/suecia_un_ejemplo_en_el_manejo_de_residuos.php#.VtRtvblZiM8).

Soluciones Integrales TM. (2015). *Evaluación y actualización del Plan de Gestión*

*Integral de Residuos Sólidos del municipio de Concepción PGIRS 2015 – 2027.*  
Concepción.

Superservicios. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2013). *Presente y Futuro de la Disposición Final de residuos en Colombia*. Recuperado de:

[http://www.uesp.gov.co/uaesp\\_jo/images/SubdAprovechamiento/exporesiduos/PRESENTE%20Y%20FUTURO%20DE%20LA%20DISPOSICION%20FINAL%20DE%20RESIDUOS%20EN%20COLOMBIA%20\(Superservicios\).pdf](http://www.uesp.gov.co/uaesp_jo/images/SubdAprovechamiento/exporesiduos/PRESENTE%20Y%20FUTURO%20DE%20LA%20DISPOSICION%20FINAL%20DE%20RESIDUOS%20EN%20COLOMBIA%20(Superservicios).pdf).

Municipio de El Santuario. (2015). *Actualización del Plan de Gestión Integral de*

*Residuos Sólidos PGIRS, bajo los lineamientos de la Resolución 0754 de 2014, en el municipio de El Santuario – Antioquia. Informe Final.* El Santuario.