

**APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN CUATRO
MUNICIPIOS DE CUNDINAMARCA: COTA, CHÍA, CAJICÁ Y MOSQUERA**

**BLANCA ESTHER DIZEO PATIÑO
LUIS FERNANDO OSPINA REYES**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2009**

**APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN CUATRO
MUNICIPIOS DE CUNDINAMARCA: COTA, CHÍA, CAJICÁ Y MOSQUERA**

**BLANCA ESTHER DI ZEO PATIÑO
LUIS FERNANDO OSPINA REYES**

Monografía para optar al título de Especialista en Ingeniería Ambiental

**Director
CARLOS JAIRO RAMÍREZ R**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER - UIS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA
2009**

Ni la Universidad Industrial de Santander, ni los jurados se hacen responsables de los conceptos expuestos en el presente documento.

A nuestros hijos Daniela, Sebastián y Santiago, motores de nuestras vidas que nos impulsan para alcanzar nuestras metas, a través de logros maravillosos como esta Especialización.

Blanca y Luis Fernando

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, especialmente a la Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible y al Grupo de Residuos Sólidos del Viceministerio de Agua y Saneamiento, y a la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR, por su apoyo en la ejecución de este proyecto, en cuanto a información y recursos.

Ing. Carlos Jairo Ramírez, Director de este proyecto por su colaboración y guía para la elaboración de este trabajo.

Ingenieros Diana Moreno y José Luis Alba, Profesionales de la Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, por su asesoría, contribución y cooperación.

Al ingeniero Alejandro Torres, quien colaboró en la consecución de los datos e información en los cuatro Municipios, objeto del presente trabajo.

A todos nuestros compañeros de trabajo que hicieron posible este proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	20
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	20
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2. ANTECEDENTES DEL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	22
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	25
3.1. EL SECTOR PLÁSTICO	27
3.1.1. Generalidades sobre el Plástico.....	27
3.1.2. Situación Ambiental del Sector.....	33
3.1.3. Manejo de los Residuos Plásticos en Colombia.....	37
3.1.4. Aplicaciones de los Residuos Recuperados por Tipo de Plástico	38
3.1.5. Aportes del Sector Plástico al Desarrollo Sostenible.....	40
3.2. GENERALIDADES DE LOS MUNICIPIOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	44
3.2.1. Municipio de Cota.....	44
3.2.2. Municipio de Chía.....	48
3.2.3. Municipio de Cajicá	52
3.2.4. Municipio de Mosquera	55
3.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	57

3.4.	RECOLECCIÓN, PRETRATAMIENTO Y ACOPIO - ASPECTOS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE RECOLECCIÓN SELECTIVA, PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS INORGÁNICOS, ALMACENAMIENTO EN BODEGA LOCAL Y RESPONSABILIDAD DE LOS MUNICIPIOS.....	70
3.4.1.	Separación en la Fuente	71
3.4.2.	Recolección Selectiva	73
3.4.3.	Aspectos Socio - Culturales	74
3.4.4.	Bodega	75
3.5.	APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN	80
3.5.1.	Descripción del Proceso.....	81
3.5.2.	Descripción del Proceso Productivo, Basado en la Experiencia de Otras Empresas	82
3.6.	FACTIBILIDAD DE LA EMPRESA DE APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS	90
3.6.1.	Determinación de la Localización de la Empresa RECIPLAST	91
3.6.2.	Mercadeo de los Productos	92
3.6.3.	Comercialización de los Productos.....	95
3.6.4.	Clientes, Mercado y Demanda	95
3.6.5.	Organización de la Empresa	96
3.6.6.	Distribución en Planta de la Empresa.....	96
3.6.7.	Evaluación Técnico – Económica del Proceso de Reciclaje y Transformación de los Residuos Plásticos.....	97
4.	CONCLUSIONES	105
	BIBLIOGRAFÍA	108

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1	UBICACIÓN DE LOS MUNICIPIOS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA..... 111
Anexo 2	LOS MUNICIPIOS DE COTA, CHÍA, CAJICÁ Y MOSQUERA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA..... 112
Anexo 3	DISEÑO EN PLANTA DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA RECIPLAST 113
Anexo 4	FLUJO FINANCIERO DE CAJA EMPRESA RECIPLAST 114

Título: APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS EN CUATRO MUNICIPIOS DE CUNDINAMARCA: COTA, CHÍA, CAJICÁ Y MOSQUERA.*

Autores: DI ZEO PATIÑO, Blanca Esther y OSPINA REYES, Luis Fernando**

Palabras Claves: Residuos, Reciclaje, Polipropileno, Aprovechamiento, Plástico, Valorización de Residuos, Transformación.

Dentro del amplio espectro de temas que guardan relación con una problemática de tanta actualidad como la protección del medio ambiente, la gestión de los residuos sólidos ocupa un lugar principal dentro de la gestión ambiental. Esta gestión integrada es el término aplicado a todas las actividades asociadas con el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad; y su meta básica es administrar los residuos de una forma que sea compatible con el medio ambiente y la salud pública.

El desarrollo del proyecto "Aprovechamiento y Valorización de Residuos de Polipropileno, Polietilenos de Alta y Baja Densidad en Cuatro Municipios de Cundinamarca "Cota, Chía, Cajicá y Mosquera".", busca establecer estrategias para generar un mejoramiento ambiental de los municipios de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, propiciando cambios culturales que ayuden a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, optimizar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. Así mismo, busca fortalecer los ciclos de recuperación del material reciclable plástico existente en los cuatro municipios materia de estudio y plantear alternativas de mejoramiento en las condiciones de trabajo de las personas o grupos comunitarios dedicados a esta actividad.

Y por último queremos demostrar que el medio ambiente "paga" toda vez que el ejercicio financiero que realizamos con relación al reciclaje como alternativa de negocio es muy importante.

* * Trabajo de grado

** Escuela de Ingeniería Química. Especialización en Ingeniería Ambiental. Director Carlos Jairo Ramírez

Title: RECYCLING OF WASTES IN FOUR MUNICIPALITIES OF CUNDINAMARCA: COTA, CHÍA, CAJICÁ AND MOSQUERA. *

Authors: Blanca Esther Dizeo Patiño and Luis Fernando Ospina Reyes. **

Keywords: Residues, recycling, polypropylene.

In the wide spectrum of themes that keep relation with problems of environment protection, the management of the solid wastes, takes a main place inside the environmental management. The management integrated is the term applied to all the activities associated with the management of the diverse flows of residues inside the community; and its basic goal is to handle the residues of a form compatible with the environment and the public health.

The development of the project "Recycling of polypropylene, polyethylene of High and Low Density in Four Municipalities of Cundinamarca "Cota, Chía, Cajicá and Mosquera", search to establish strategies to generate an environmental improvement of the municipalities of the jurisdiction of the Regional Autonomous Corporation of Cundinamarca -CAR-, favoring cultural changes that help to conserve and to reduce the demand of natural resources, to decrease the consumption of energy, to optimize the use of landfills and to reduce the environmental contamination. Also, the project search to enhance the cycles of recovery of the existing recyclable plastic material in the four municipalities and to present alternatives of improvement in the working conditions of the people or common groups dedicated to this activity.

Finally, we want to show that the environment "pays" because of the financial exercise that carry out with relation to the recycling as alternative of business is very important.

* Thesis

** Chemical Engineer School. Environmental Engineer Specialist. Director Carlos Jairo Ramírez

DEFINICIONES

Las siguientes definiciones fueron tomadas del Decreto 1713 de 2002:

Aprovechamiento. Es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos.

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.

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.

Manejo. Es el conjunto de actividades que se realizan desde la generación hasta la eliminación del residuo o desecho sólido. Comprende las actividades de separación en la fuente, presentación, recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y/o la eliminación de los residuos o desechos sólidos

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.

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.

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.

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.

Adicionalmente, para la comprensión del documento, se estima necesario incluir además las siguientes:

ACOPLÁSTICOS: Asociación Colombiana de Industrias Plásticas

Polimerización: es el proceso de formación de largas cadenas que conforman la estructura del plástico.

Recuperadores: Personas o grupos de personas que se encargan del proceso de recuperación de los residuos sólidos, generados por la industria o el usuario del servicio de aseo. Llamados también recicladores

Residuos post-consumo: Son los generados por los usuarios del servicio de aseo

Residuos post-industria: Son los generados en los procesos industriales

INTRODUCCIÓN

Dentro del amplio espectro de temas que guardan relación con una problemática de tanta actualidad como la protección del medio ambiente, la gestión de los residuos sólidos ocupa un lugar principal dentro de la gestión ambiental. Esta gestión integrada es el término aplicado a todas las actividades asociadas con el manejo de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad; y su meta básica es administrar los residuos de una forma que sea compatible con el medio ambiente y la salud pública.

Históricamente, el manejo de los residuos sólidos en Colombia se ha hecho en función de la prestación del Servicio de Aseo. La preocupación por los residuos generados en los centros urbanos ha partido de las consideraciones de tipo higiénico y sanitario, por lo tanto el problema se abordó desde el momento en que la comunidad presentaba los residuos en la vía pública para que alguien los retirara, y en dicho momento aparece la necesidad de establecer un proceso de recolección, como parte fundamental de un servicio público, sin importar donde irían a parar dichos residuos, o estableciendo como métodos de disposición la descarga al aire libre o a cuerpos de agua sin considerar las externalidades de tipo ambiental, lo cual propició una cultura hacia la disposición incontrolada.

El primer intento por conocer la situación de los residuos sólidos en el país, lo efectuó el Ministerio de Salud, Dirección de Saneamiento Ambiental, en el año de 1.975, la información que se obtuvo sirvió de base para formular el Programa

Nacional de Aseo Urbano - PRONASU. El diagnóstico identificó como problemas, muy bajos niveles de coberturas, uso de equipos inadecuados, ausencia de servicio de aseo en centros urbanos menores y zonas periféricas, cobro del servicio como impuesto y no como tarifa, entre otros; se destacaba que ni un solo centro urbano utilizaba un proceso de disposición final controlado, pero si tenían presencia importante las actividades de recuperación de papel, cartón, vidrio como envase, chatarra y hueso, entre los elementos de mayor mercado.

Con base en la revisión de documentos existentes en el tema, se concluye que la problemática ambiental de los residuos sólidos esta asociada con los siguientes aspectos fundamentales:

- ✓ Generación creciente de residuos
- ✓ Perdida del potencial de utilización de los residuos
- ✓ Gestión parcial de los residuos sin considerar el impacto ambiental posterior a su recolección y transporte.
- ✓ Prácticas inadecuadas de disposición final en relación con localización, construcción y operación de los botaderos y rellenos sanitarios.
- ✓ Ausencia de conocimiento sobre la magnitud del problema
- ✓ Bajo desarrollo institucional del sector
- ✓ Falta educación y participación ciudadana en el manejo ambiental de residuos

Refiriéndose específicamente a los plásticos, tema del presente proyecto, estos residuos son difíciles de descomponer dado que están constituidos por una gran

variedad de compuestos orgánicos denominados polímeros, que se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural, lo cual implica largas cadenas difíciles de descomponer.

Por lo anterior, la disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto, los que aún existen a pesar de la obligación de cerrarlos, o en rellenos sanitarios, siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios de Colombia.

En consecuencia, empresas, instituciones, asociaciones y otros promueven campañas de sensibilización, capacitación y manejo de los residuos plásticos aprovechables, de carácter aislado, con el único objetivo de generalizar el concepto que los residuos plásticos domiciliarios o urbanos, de pos-consumo o pos-industria, deben dejar de ser tratados como basura y manejarse mediante alternativas diferentes a la disposición final en los rellenos sanitarios.

El desarrollo del proyecto “Aprovechamiento y Valorización de Residuos de Polipropileno, Polietilenos de Alta y Baja Densidad en Cuatro Municipios de Cundinamarca “Cota, Chía, Cajicá y Mosquera”.”, busca establecer estrategias para generar un mejoramiento ambiental de los municipios de la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, propiciando cambios culturales que ayuden a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, optimizar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. Así mismo, busca fortalecer los ciclos de recuperación del material reciclable plástico existente en los cuatro municipios materia de estudio y plantear alternativas de mejoramiento en las condiciones de trabajo de las personas o grupos comunitarios dedicados a esta actividad.

De igual manera, plantea desarrollar una línea regional e integral en cuanto al manejo del tema de aprovechamiento y valorización de residuos para el área

especifica de los municipios de la CAR, lo cual garantizará, por una parte, que se optimicen los recursos a ser empleados en el desarrollo del Plan de Aprovechamiento y Valorización de Residuos Sólidos de la Región y, por otra, articular de manera regional el componente de aprovechamiento establecido en el marco de los PGIRS formulados de cada uno de los municipios en estudio.

En cuanto a fuentes de financiación del proyecto, se ha tenido en cuenta el cumplimiento de requisitos para acceder a recursos de la Nación, en este caso el Programa SINA II, del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, ya que el proyecto "Aprovechamiento y Valorización de Residuos de Polipropileno, Polietilenos de Alta y Baja Densidad en Cuatro Municipios de Cundinamarca "Cota, Chía, Cajicá y Mosquera" está articulado con el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 "Estado Comunitario: desarrollo para todos" (Prevención y control de la degradación ambiental), el cual establece que el Gobierno Nacional promoverá la gestión integral de los residuos sólidos, desde los patrones de producción y consumo hasta su aprovechamiento y valorización o disposición final, incluyendo el establecimiento de la responsabilidad extendida del productor, la conformación de la Mesa Nacional de Reciclaje para fomentar el aprovechamiento sostenible de los residuos sólidos, la implementación de sistemas integrados de retorno de materiales reciclables y la elaboración de guías técnicas de reciclaje.

A continuación, se pretende presentar un proyecto que evalúe la posibilidad de hacer rentable, a través de una empresa, el aprovechamiento y valorización de plásticos en cuatro municipios de Cundinamarca, para la producción de bolsas y recipientes plásticos, destinados recolección de residuos hospitalarios. El proyecto se plantea desde la separación en la fuente; luego la recolección y pretratamiento por parte de los municipios, organizando para esta actividad a los recicladores; hasta la transformación y comercialización de los productos, a través de una empresa que denominaremos RECIPLAST.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Plantear un proyecto de aprovechamiento y valorización de residuos de Polipropileno, Polietilenos de alta y baja densidad en cuatro municipios de Cundinamarca: Cota, Chía, Cajicá y Mosquera.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Una vez implementado el proyecto, los objetivos específicos serían:

- Disminuir la cantidad de basura a disponer en rellenos y botaderos de los municipios beneficiados, al incentivar la recolección de residuos plásticos.
- Incentivar la formación de nuevas asociaciones de recuperadores de materiales plásticos reciclables en los municipios beneficiados.
- Recolectar los residuos de plástico de polipropileno, polietilenos de alta y baja densidad en los centros de acopio de los municipios de Cota, Chía, Cajicá y Mosquera, garantizando la estabilidad de los mismos en la venta de este material.

- Contribuir a la conservación del medio ambiente mediante el uso racional de energía, uso de material reciclable como materia prima y mejoramiento del paisaje.
- Disminuir costos en la producción de nuevos elementos, en este caso de bolsas de diferente tamaño y calibre, entre ellas de alta densidad y recipientes de plástico, al utilizar materia prima proveniente de material reciclado.
- Generar estrategias de mercado buscando competitividad, productividad y buenas utilidades.
- Posicionar en el mercado la empresa que ponga en práctica el proyecto, ofreciendo productos de buena calidad y reutilizables.
- Como valor agregado, destinar los productos (bolsas y recipiente) al manejo adecuado y disposición final de residuos hospitalarios.

2. ANTECEDENTES DEL APROVECHAMIENTO Y VALORIZACION DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El tema de saneamiento ambiental específicamente en lo relacionado con el manejo integral de los residuos sólidos en la mayoría de los municipios del país requiere de una intervención dirigida a fortalecer a las instituciones para la gestión intersectorial e interinstitucional, la planificación, el ejercicio de autoridad, la asignación de recursos para dar soluciones eficientes y sostenibles desde el punto de vista económico, organizacional y que fomente la responsabilidad requerida, dado el progresivo deterioro ambiental generado con la forma actual de enfrentar el tema.

Este proceso supone un reto para fortalecer las entidades y autoridades relacionadas con el tema de forma coordinada, para recopilar y sistematizar la información de manera que permita la planificación, el ordenamiento territorial, especialmente del tema de aprovechamiento y la respectiva modernización empresarial que permita su autonomía administrativa, financiera y comercial.

Uno de los principios de la Política para la gestión integral de residuos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT, es la aplicación de la gestión integral de residuos sólidos, que contempla el aprovechamiento y la valorización como una de sus etapas principales. El aprovechamiento implica la separación y recogida de materiales residuales en el lugar de su origen; la preparación de estos materiales para la reutilización, reprocesamiento, la transformación en nuevos productos y la recuperación de productos de conversión (compost) y energía en forma de calor y biogas combustible.

El aprovechamiento es un procedimiento valioso que ayuda a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir la contaminación ambiental. De igual forma, el aprovechamiento tiene un potencial económico, ya que los materiales recuperados son materia prima que pueden ser comercializadas. En consecuencia, según la política descrita, la primera acción sobre los residuos generados es valorarlos y aprovecharlos.

De acuerdo con el artículo 67 del Decreto 1713 de 2002, la recuperación y aprovechamiento de los materiales contenidos en los residuos sólidos tiene como propósitos fundamentales, entre otros: racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales; recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos; reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente en forma adecuada y disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.

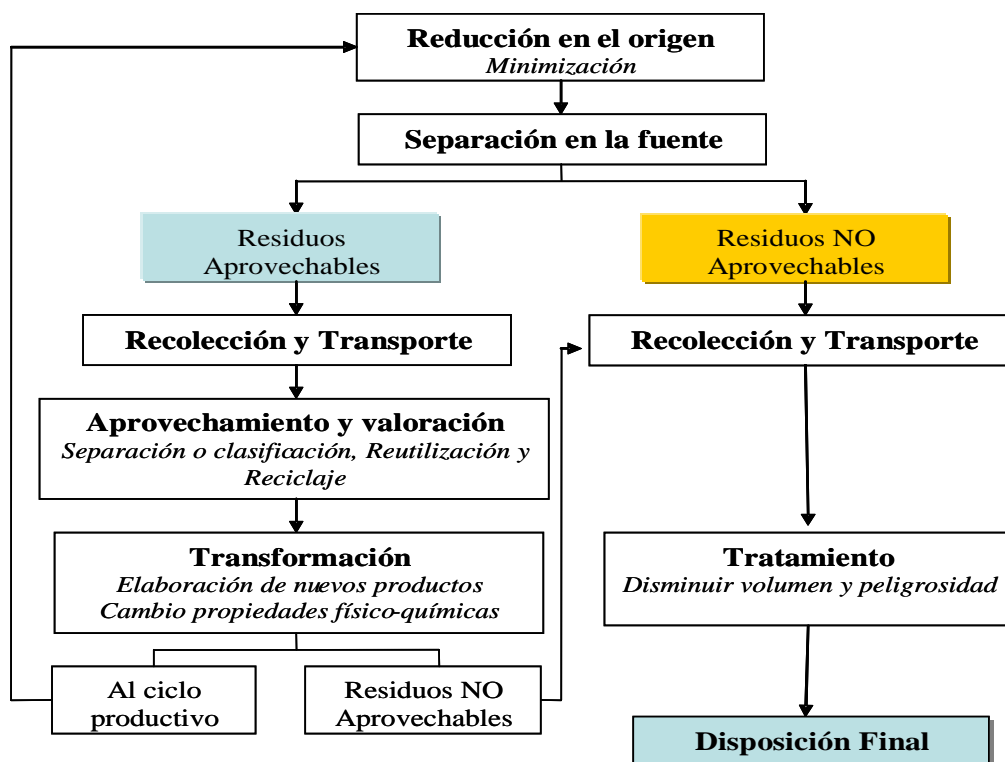
La nueva regulación tarifaria expedida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, CRA, con las Resoluciones 351 y 352 de 2005, en relación con los incentivos medioambientales, incorpora el aprovechamiento de los residuos sólidos e incentiva la separación de los residuos en la fuente y la minimización de los mismos.

A la luz de la regulación mencionada, el usuario también participa en el mejoramiento de la eficiencia del servicio de aseo, ya que tiene la oportunidad de producir menor cantidad de residuos sólidos, con el consiguiente beneficio para él como usuario, ampliación de la capacidad y vida útil del relleno sanitario, así como la reducción de impactos negativos en el ambiente por disposición de residuos. Esto se explica ya que el componente de la tarifa que corresponde a disposición final en relleno sanitario, varía de acuerdo con la producción de residuos, abre la oportunidad para que el usuario realice actividades de recuperación de materiales

reciclables e incluso orgánicos, impulsando de alguna manera la comercialización de los mismos.

Así las cosas, se estima que la dinámica de las cadenas de reciclaje de los municipios se incrementarán, disminuyendo notablemente el volumen de residuos a disponer. De esta forma, se requieren fortalecer las actividades de recuperación y reciclaje de materiales para lo cual es necesario conocer la dinámica del reciclaje en los municipios determinados para este estudio, y a partir de ahí, hacer factible alternativas de aprovechamiento y valorización de residuos bajo criterios de sostenibilidad.

Para finalizar la presentación del proyecto, nos permitimos mencionar las estrategias que ha fijado el MAVDT que, en su orden jerárquico, permitirán atender la problemática de la gestión de residuos sólidos y garantizar un manejo adecuado, con beneficios ambientales, sociales y de salubridad pública:



Fuente: Adaptado por el estudio. 2005.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

El aprovechamiento y valorización de los residuos conforman un aporte importante a los desechos plásticos generados por el sector industrial 'post industria' y el ser humano 'post consumo'. Los plásticos son una gran variedad de compuestos orgánicos denominados polímeros que se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural, lo cual implica largas cadenas difíciles de descomponer.

Con el proyecto "Aprovechamiento y Valorización de Residuos de Polipropileno, Polietilenos de Alta y Baja Densidad en Cuatro Municipios de Cundinamarca "Cota, Chía, Cajicá y Mosquera", se pretende aprovechar aquellos residuos de plástico, para contribuir a la descontaminación ambiental de estos municipios y darles un valor agregado para posteriores usos de gran utilidad, apoyando el estímulo al desarrollo y reciclaje de los planes de gestión integral de residuos sólidos, como actividades viables y productivas.

Para el desarrollo y éxito del proyecto se dan por implementadas las siguientes estrategias:

- **Reducción del origen:** Comprende el conjunto de acciones para reducir la producción de residuos en sus fuentes de generación como estrategia para minimizar los requerimientos de transporte, tratamiento y disposición final y de esta manera atenuar los riesgos hacia el medio ambiente. Implica un cambio

de la sociedad, así como la incorporación de tecnologías limpias a nivel de procesos industriales.

- **Aprovechamiento y valorización:** Comprende las acciones para el aprovechamiento de los componentes físicos de los residuos sólidos y su retorno al ciclo productivo. Esta estrategia contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía en los procesos industriales, minimizar los requerimientos de disposición final, lo cual permite atenuar en forma efectiva los impactos ambientales asociados. Implica acciones de segregación en el origen o centros de clasificación antes de transportar los residuos remanentes a los sitios de destino final, por lo cual igualmente va acompañado de un cambio cultural que busca lograr una clasificación por tipo de material desde la fuente.
- **Tratamiento y transformación:** La transformación o el tratamiento implica la implementación de procesos que permitan la alteración física, química o biológica de los residuos, con el fin de generar nuevos productos que tenga un valor comercial o que sean menos riesgosos para el medio ambiente.

El proyecto se desarrollará paso a paso a lo largo de la cadena del reciclaje del plástico, desde la oferta de material recolectado hasta la comercialización del producto generado, incluyendo la constitución de la empresa, no sin antes iniciar con unos datos relevantes sobre el sector de plásticos en Colombia y los municipios que hacen parte del proyecto.

3.1. EL SECTOR PLÁSTICO³

3.1.1. Generalidades sobre el Plástico

La palabra "plástico" no se asocia únicamente a un material. Tal y como sucede con el metal, que designa otros materiales además del hierro y del aluminio, la palabra plástico debe entenderse como un término genérico que describe una gran variedad de sustancias, las cuales se distinguen entre sí por su estructura, propiedades y composición. Las propiedades de los plásticos son tantas y tan variadas que a menudo pueden sustituir a los materiales convencionales como la madera y los metales o complementarlos.

Los plásticos hacen parte de un grupo de compuestos orgánicos denominados polímeros. Están conformados por largas cadenas macromoleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno. Principalmente, se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Dependiendo de la estructura que forma el carbono al asociarse con hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, cambian las propiedades físicas y su estructura molecular. Se dividen en termoplásticos, materiales que se ablandan al ser calentados y se endurecen al enfriarse, y termoestables, que adoptan una forma permanente al aplicarles calor y presión.

La producción de plásticos data de 1869 cuando se creó el celuloide que en 1884 dio origen a la película fotográfica. Sin embargo, puede decirse que la industria de los plásticos es del siglo XX. Su crecimiento, desarrollos, aplicaciones e impactos en la sociedad y la economía han tenido lugar en los últimos cien años, lo que convierte a la industria del plástico en un invaluable aporte a la historia de la civilización y a la fabricación de productos esenciales.

³ Guías Ambientales para el Sector Plástico – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, julio de 2004.

Desde el comienzo de la década de los 60 se produjo un marcado crecimiento en la industria de los plásticos. Actualmente, la producción mundial de plásticos es diez veces mayor que en aquella época y alcanza aproximadamente 100 millones de toneladas anuales.

La principal materia prima para la producción de plásticos, además del gas natural, es el petróleo. Cabe anotar que sólo el 5% del petróleo extraído se utiliza para la fabricación de plásticos, lo que representa una mínima cantidad de recursos no renovables, comparada con las ventajas y beneficios que se derivan de su transformación en incontables productos útiles. Adicionalmente, comparados con los materiales inorgánicos, los plásticos requieren un menor consumo energético durante su transformación, porque se procesan a temperaturas de operación más bajas.

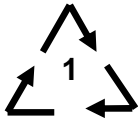
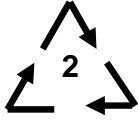
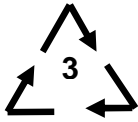
3.1.1.1. Resinas Plásticas más Comunes y sus Principales Aplicaciones

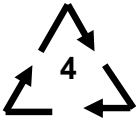
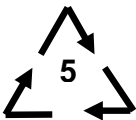
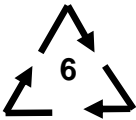
<p>POLIETILEN TEREFTALATO (PET)</p>	<p>El PET está constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. A partir del petróleo crudo se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para obtener ácido tereftálico. El etileno, que se obtiene principalmente a partir de derivados del gas natural, es oxidado con aire para formar el etilenglicol. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET.</p>
<p>POLIETILENO (PEAD-PEBD)</p>	<p>El polietileno se produce a partir del etileno derivado del petróleo o gas natural. El etileno se somete en un reactor a un proceso de polimerización. Este se realiza en presencia de un catalizador, en condiciones de presión y temperatura que posibilitan la formación de polímeros, que en el producto final tienen la forma de gránulos, denominados pellets. Dependiendo de las condiciones del proceso de fabricación</p>

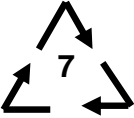
	<p>existen variedades de polietileno. Las más conocidas son: el polietileno de alta densidad PEAD y el polietileno de baja densidad PEBD; de éste último se producen dos tipos: el PEBD convencional y el PEBD lineal.</p>
<p>(POLIPROPILENO (PP)</p>	<p>El polipropileno es un hidrocarburo que pertenece a la familia de las poliolefinas y es producido a través de la polimerización del propileno (el cual es un gas resultante como subproducto de la industria petroquímica), utilizando catalizadores de tipo Ziegler Natta o Metallocenos para su reacción. Su estructura molecular consiste de un grupo metilo (CH₃) unido a un grupo vinilo (CH₂). El polipropileno también puede ser copolimerizado con etileno para formar los copolímeros random (mejor transparencia y brillo) y los copolímeros de impacto (buena resistencia al impacto a temperatura ambiente y bajas temperaturas).</p>
<p>POLIESTIRENO (PS)</p>	<p>El poliestireno es el polímero resultante de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno (hidrocarburos derivados del petróleo) para formar el monómero del estireno que se polimeriza a poliestireno. Los tipos principales de PS son el poliestireno uso general y el poliestireno de alto impacto.</p>
<p>CLORURO DE POLIVINILO (PVC)</p>	<p>El PVC es considerado el termoplástico más versátil. En su composición están presentes tres elementos naturales: carbono e hidrógeno, en forma de etileno, derivado del petróleo o gas, y cloro, obtenido a partir de la sal común. Mediante la combinación del etileno y el cloro se obtiene el monómero cloruro de vinilo, que a su vez se polimeriza mediante procesos de suspensión, emulsión o masa, para obtener como resultado el PVC en su estado de resina virgen. En una etapa siguiente la resina se mezcla con</p>

	diversos aditivos para obtener compuestos que incorporan así todas las propiedades requeridas para su procesamiento y uso. Dependiendo de los aditivos seleccionados, los productos de PVC pueden ser totalmente rígidos o flexibles, transparentes u opacos y adquirir cualquier forma, textura o color.
--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3.1.1.2. Aplicaciones de las Resinas más Utilizadas

PLÁSTICOS	CÓDIGO	APLICACIONES TÍPICAS
Polietilen Tereftalato (PET)		Botellas de gaseosas, agua, aceite y vinos; envases farmacéuticos; tejas; películas para el empaque de alimentos; cuerdas, cintas de grabación; alfombras; zuncho; rafia; fibras.
Polietileno de alta densidad (PE-AD)		Tuberías; embalajes y láminas industriales; tanques, bidones, canastas o cubetas para leche, cerveza, refrescos, transporte de frutas; botellas; recubrimiento de cables; contenedores para transporte; vajillas plásticas; letrinas; cuñetes para pintura; bañeras; cerramientos; juguetes; barreras viales; conos de señalización.
Cloruro de polivinilo PVC Suspensión – Rígido PVC Suspensión – Flexible PVC-Emulsión		Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado; ductos, canaletas de drenaje y bajantes; componentes para la construcción, tales como: perfiles y paneles para revestimientos exteriores, ventanas, puertas, cielorrasos y barandas; tejas y tabletas para pisos; partes de electrodomésticos y computadores; vallas publicitarias, tarjetas bancarias y otros elementos de artes gráficas;

		<p>envases de alimentos, detergentes y lubricantes; empaques tipo blister.</p> <p>Membranas para impermeabilización de suelos o techos, recubrimientos aislantes para cables conductores; empaques y dispositivos de uso hospitalario (como bolsas para almacenar suero o sangre, equipos para venoclisis), mangueras para riego, suelas para calzado, películas para empaque</p> <p>Papel decorativo para recubrimientos interiores de paredes, cueros sintéticos para muebles y calzado, juguetes, recubrimientos en rollo para pisos.</p>
<p>Polietileno de baja densidad (PE-BD, PE-LBD)</p>		<p>Películas para envolver productos, películas para uso agrícola y de invernadero; láminas adhesivas; botellas y recipientes varios; tuberías de irrigación y mangueras de conducción de agua; bolsas y sacos, tapas, juguetes; revestimientos; contenedores flexibles.</p>
<p>Polipropileno (PP)</p>		<p>Película para empaques flexibles, confitería, pasabocas, bolsa de reempaque, laminaciones, bolsas en general. Rafia, cuerda industrial, fibra textil, zuncho, muebles plásticos, utensilios domésticos, geotextiles, mallas plásticas, carcasas de baterías, vasos desechables, vasos plásticos, tarrinas empaques para detergentes, tubería, botellas, botellones, juguetería.</p>
<p>Poliestireno (PS) Espumado Expandido</p>		<p>Su principal aplicación es la fabricación de envases y empaques tanto de uso permanente como de un solo uso (desechables). Aplicaciones dirigidas a la industria, como elementos para</p>

		<p>equipos eléctricos y electrodomésticos; carcazas; gabinetes interiores; contrapuestas de neveras; estuches para casetes de audio y video. Aplicaciones en la industria farmacéutica y accesorios médicos. Juguetería y recipientes de cosméticos. Elementos en la industria de la construcción: encofrados; concretos aligerados: difusores de luz; divisiones de baño; cielorrasos; rejillas arquitectónicas. Industria Automotriz: artículos escolares y de oficina. Elementos decorativos para el hogar; publicidad y promocionales.</p>
<p>Otros</p> <ul style="list-style-type: none"> • Policarbonato (PC) • Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS) • Estireno Acrilonitrilo(SAN) • Poliamida (PA) • Nylon • Acetatos(POM) 		<p>Botellones para agua</p> <p>Discos compactos</p> <p>Carcazas para computadores y equipos de tecnología</p> <p>Películas</p> <p>Envases para alimentos</p>

3.1.1.3. La Industria de los Plásticos en Colombia

En Colombia, la industria del plástico se ha caracterizado por ser, en condiciones normales, la actividad manufacturera más dinámica de las últimas tres décadas, con un crecimiento promedio anual del 7%. En el año 2000, la actividad transformadora de materias plásticas registró un valor de producción de 2.215

millardo de pesos (1.061 millones de dólares) y un valor agregado de 1.073 millardo de pesos (514 millones de dólares), con una contribución al total industrial nacional del 4% en las dos variables.

En el mismo período, la energía eléctrica utilizada fue de 614 millones de kilowatios-hora, lo que equivale al 5,7% del consumo total de la actividad manufacturera.

En 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.

3.1.2. Situación Ambiental del Sector

El impacto ambiental en la producción de materias primas y en la industria transformadora de resinas plásticas es poco significativo, debido a factores tales como: la no utilización de combustibles fósiles, bajo consumo de energía eléctrica, poca demanda de agua, muy bajo nivel de emisiones atmosféricas y vertimientos y facilidad de reciclar los residuos sólidos industriales, en particular los termoplásticos, dentro de sus procesos o en los de otras industrias.

Por su parte, la disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto y rellenos sanitarios, siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios de Colombia. Según la Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, esta práctica se ha favorecido por: - la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los

residuos; - falta de coordinación interinstitucional del tema; - falta de recursos financieros por parte de los municipios; - énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte de forma que la tarifa de aseo no involucra los costos reales de un sistema de eliminación, tratamiento o disposición final; - falta de empresas de aseo consolidadas que ofrezcan alternativas en el manejo de los residuos sólidos (las empresas establecidas ofrecen las tradicionales fases de recolección, transporte y disposición final, únicamente), entre otras, todo lo cual origina un desconocimiento a nivel municipal de la existencia de tecnologías alternas para el manejo de los residuos sólidos.

Desde 1997 el Estado Colombiano ha tomado medidas para reglamentar el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos, como son: - La Política de Manejo Integral de Residuos Sólidos; - El Decreto 1713 de 2002; - La Resolución 1045 de 2003 y una serie de disposiciones a nivel legal que impulsan la separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos domiciliarios, la recolección selectiva de los residuos, la existencia de centros de acopio y el fomento de las actividades propias de la recuperación de los residuos como el reciclaje y el compostaje.

En el caso de los plásticos, la situación a lo largo de los años no ha sido muy distinta a la de los otros materiales. La falta de separación en la fuente y la gran variedad de plástico que existe en el mercado, de difícil identificación por parte del productor, representan algunos de los mayores problemas para su selección y posterior tratamiento.

En consecuencia, empresas, instituciones y ACOPLASTICOS han promovido diferentes campañas de sensibilización, capacitación y manejo de los residuos plásticos aprovechables, que se traducen en casos exitosos pero de carácter aislado.

El objetivo de estas campañas es generalizar el concepto que los residuos plásticos domiciliarios o urbanos, de post-consumo o post-industria, deben dejar de ser tratados como basura y manejarse mediante alternativas diferentes a la disposición final en los rellenos sanitarios.

3.1.2.1. Composición de los Residuos Sólidos Urbanos

La composición de los residuos sólidos urbanos, conocidos también como residuos post-consumo, varía de país a país, o de región a región, dada las características de los bienes que se consumen, los ingresos de la población, el nivel cultural, la conciencia ambiental para su manejo, entre otros. Pero más allá que la composición misma de estos residuos, debe primar el considerar la mejor opción para su recuperación o tratamiento, ya que éstos son recursos recuperables, susceptibles de ser reincorporados a procesos productivos.

3.1.2.2. Consumo de Plástico y Generación de Residuos Plásticos Urbanos

La industria de transformación de los plásticos, en Colombia y en el mundo, produce bienes de consumo y bienes intermedios. Dadas las múltiples aplicaciones, propiedades, características y durabilidad de las manufacturas, éstas tienen una vida útil variable, existiendo productos con una durabilidad de largo plazo (mayor a 6 años y en varios casos de 50 ó más años), otros de mediano plazo (1 a 6 años) y algunos de corto plazo (15 días a 1 año).

Considerando el concepto de vida útil, se puede afirmar que el volumen de residuos plásticos urbanos será siempre inferior al total del consumo de plásticos. En el caso colombiano, el consumo de plásticos en el período 1997 a 2000 está alrededor de las 530.000 toneladas anuales, en tanto que el volumen de residuos

plásticos urbanos estimado por ACOPLASTICOS se encuentra entre 220.000 y 280.000 toneladas / año

3.1.2.3. Reducción en la Fuente

Esta estrategia, consistente en disminuir la cantidad de material y energía utilizadas en los procesos de producción, distribución y disposición final de los productos, genera grandes ventajas a la fabricación de las manufacturas plásticas, como son:

- Disminución significativa de la cantidad de residuos por la menor utilización de materias primas
- Prolongación de la vida útil de los rellenos sanitarios
- Ahorro significativo de recursos naturales y, por tanto, de recursos financieros
- Ahorro de energía en la producción de materias primas e insumos
- Ahorro de energía en transporte
- Reducción de la contaminación y del efecto invernadero.

Gracias al dinamismo de la industria plástica a nivel mundial, los nuevos desarrollos en el procesamiento de las resinas y los nuevos materiales disponibles, hacen posible la fabricación de productos con mejores propiedades mecánicas, físicas y químicas, y con espesores menores en sus paredes, lo que contribuye en forma significativa a un tratamiento más adecuado del menor volumen de residuos plásticos.

3.1.2.4. Aprovechamiento y Valorización de los Residuos Plásticos

Los grandes volúmenes de residuos plásticos domiciliarios, la normativa ambiental relacionada y el avance en el conocimiento tecnológico de los diferentes procesos y materiales plásticos, han incentivado la creación de tecnología para diferentes procesos de recuperación o tratamiento, permitiendo el aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos, que incluyen reciclaje mecánico y/o químico y la incineración con recuperación energética.

Así, se estima que de las 530 mil toneladas de consumo aparente en Colombia, se reciclan 186.900 toneladas de materiales post consumo en Bogotá y 155.750 toneladas en el resto del país. Los materiales post industriales se reincorporan a los procesos productivos y rara vez y en cantidades muy pequeñas, pueden llegar a los rellenos sanitarios⁴.

3.1.3. Manejo de los Residuos Plásticos en Colombia

La tecnología más utilizada en Colombia para el aprovechamiento de los residuos plásticos es el reciclaje mecánico, aunque incipientemente se tiene experiencia en el reciclaje químico y se analiza el proceso de incineración de residuos contaminados con agroquímicos con recuperación de energía.

De todas formas, asociaciones como ACOPLÁSTICOS adelantan acciones para promover la inclusión del componente ambiental en las actividades de las empresas del sector. En Colombia ya se identifican los envases y empaques con el sistema de codificación internacional, lo que facilita el manejo de estos residuos; el Manual del Reciclador de Residuos Plásticos, publicado por esta Asociación, facilita la capacitación a los diferentes actores que intervienen en la cadena del

⁴ Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Evaluación de las Cadenas de Reciclaje, Bogotá, 2004.



reciclaje de estos materiales; el Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos, ACOPLASTICOS, ofrece esta cadena de reciclaje la información necesaria para promover el aprovechamiento de los residuos de estos materiales y para contribuir a que su disposición final, en rellenos sanitarios, sea cada vez menor y además, ACOPLÁSTICO viene desarrollando programas de capacitación, actividades de apoyo y convenios de cooperación.

Así mismo, las Guías Ambientales- Principales Procesos Básicos de Transformación de la Industria Plástica y Manejo, Aprovechamiento y Disposición de Residuos Plásticos Post-Consumo, resultado del trabajo conjunto y concertado entre el MAVDT y ACOPLASTICOS, a través de sus empresas afiliadas, buscan servir de apoyo a la Industria del Plástico en el logro de los retos que plantea el desarrollo sostenible y en la introducción de la variable ambiental en las actividades industriales.

3.1.4. Aplicaciones de los Residuos Recuperados por Tipo de Plástico

La descripción de los productos de oferta, son tres y se identifican por el código de envases plásticos utilizado internacionalmente:

PLÁSTICOS	APLICACIONES DE LOS RESIDUOS RECUPERADOS
Polietileno de alta densidad (PEAD)	<ul style="list-style-type: none"> • Láminas, botellas, barriles para recolectar agua y bidones para compostaje. • El producto recuperado y finamente molido se utiliza también en procesos de moldeo por rotación para fabricar contenedores o tanques. • El material de las botellas y envases plásticos se recicla en nuevas botellas molde mediante soplado o en contenedores grandes, como barriles para agua de lluvia

PLÁSTICOS	APLICACIONES DE LOS RESIDUOS RECUPERADOS
	<p>y bidones para compostaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El PEAD reciclado es una excelente materia prima para hacer madera plástica o estibas. • Envases soplados para uso en productos no alimenticios, por ejemplo: detergentes, aceites. • Baldes para pintura, minería y cestas para basura. • Contenedores industriales. • Barreras de señalización. • Marcos o perfilarías • Bolsas de colores dependiendo de la procedencia.
<p>Polietileno de baja densidad (PEBD, PELBD)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas Industriales • Contenedores • Bolsas de uso general • Mangueras para riego dependiendo de la procedencia • Envases para productos no alimenticios. • Los desechos transparentes de alta calidad encuentran una aplicación en bolsas para mercado, por ejemplo, mientras que el material de calidad inferior se utiliza en bolsas para basura. Los desechos plásticos de empaques para aplicaciones agrícolas se utilizan para fabricar nuevos empaques con similar uso. • El PEBD se utiliza también en el aislamiento y la protección de cables. Los desechos de la producción de cables. • Se utiliza en barreras acústicas. • Perfiles para muebles, contenedores pequeños y macetas. • El PEBD puede utilizarse también en productos fabricados a partir de mezclas de plásticos como ocurre

PLÁSTICOS	APLICACIONES DE LOS RESIDUOS RECUPERADOS
	con el reciclaje de desperdicios de empaques flexibles.
Polipropileno (PP) 	<ul style="list-style-type: none"> El PP reciclado puede ser utilizado en varios sectores: <ul style="list-style-type: none"> Sector agrícola: Sistemas de aspersión, válvulas, aspersores, cajas de recolección, comederos para aves. Sector marítimo: Protectores para botes, deflectoras, cabos de amarre. Sector de la construcción: Láminas divisorias, reemplazo de triplex, divisiones oficinas, separadores cielorrasos. Sector automotriz: Bandejas para baterías, protectores guardabarros. Sector Industrial: Cajas de recolección de piezas, tapones, rollos para embobinar, textiles, películas, cordeles, cajas de herramientas, plantillas para escobas y cepillos, zuncho, elementos decorativos, elementos promocionales, tacones de zapatos, ganchos para colgar ropa, conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas, baldes y todo tipo de recipientes.

3.1.5. Aportes del Sector Plástico al Desarrollo Sostenible

3.1.5.1. Aporte en lo Social

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Anual Manufacturera DANE - 2000, 461 establecimientos se dedican a la actividad transformadora de materias plásticas, que corresponden al 6,3% del total de la industria manufacturera, con 31.349 personas empleadas directamente. Así, el sector aporta el 5,9% de los puestos de trabajo en la industria

Así mismo, contribuyen al mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos, toda vez que su desempeño y progreso, han permitido su frecuente uso, que por sus características tan variadas se aplican en casi todos los sectores, como el de empaques, medicina, hogar, construcción, industria, agricultura, deportes, recreación, entre otros.

3.1.5.2. Aportes en lo Ambiental

Los plásticos contribuyen a la protección ambiental durante todo su ciclo de vida, desde la obtención de los recursos naturales que les sirven de materia prima básica y fuente de energía, hasta el manejo de los residuos, porque permiten:

- Máxima eficiencia con un consumo mínimo de recursos naturales. Sólo el 5% del petróleo que se consume mundialmente es usado para producir plásticos. El 95% se reparte entre producción de energía, transporte, climatización, productos químicos y otros.
- Menor consumo de energía para su producción y transformación que otros materiales porque se procesan a temperaturas menores. En Colombia, la industria de productos plásticos consume el 5,7% de energía del total industrial, comparado con sectores como papel (10%), alimentos (16%), textiles (8,6%), minerales no metálicos (9,5%) e industrias básicas de hierro y acero (14%)
- Transportar mayor cantidad de productos empacados en plástico, reduciendo el consumo de combustible y la contaminación.
- Reducir el consumo de combustible y la contaminación en el transporte de otros productos elaborados con plásticos como tuberías, perfilerías y piezas para autos.

- Reducir la pérdida de alimentos mediante el uso de empaques adecuados. Los materiales plásticos son particularmente aptos para el envase de alimentos; su flexibilidad, escaso peso, transparencia, resistencia y duración, le confieren importancia fundamental para su almacenamiento.
- Reducir el volumen y el peso de los residuos plásticos en la fuente y en la etapa de producción, porque es posible seleccionar entre distintos materiales plásticos y usar menores cantidades para obtener productos de mejor desempeño.

Hoy los plásticos son hasta un 80% más livianos que 20 años atrás. Esto es posible gracias a una combinación de factores: mejores materias primas, tecnología de transformación cada vez más desarrollada y diseño de envases teniendo en cuenta el medio ambiente. Un estudio llevado a cabo en Alemania demostró que sin los plásticos el consumo en peso de materia prima para envases aumentaría dramáticamente un 291%, la energía utilizada en la fabricación de envases sustitutos se incrementaría un 108% y el volumen de los residuos al momento de su disposición aumentaría un 158%.

- Reutilizar o usar más de una vez bajo determinadas condiciones, para prolongar la vida útil de los productos.
- Reciclar por medios mecánicos o químicos los residuos plásticos para elaborar nuevos productos o materias primas.
- Recuperar energía en forma de electricidad o calor mediante la combustión controlada de los residuos plásticos, aprovechando su alto contenido energético.

Los plásticos son el componente de la basura que aporta mayor cantidad de energía por combustión. Para ejemplificar se puede señalar que 1 kilo de plástico posee un poder calorífico equivalente a la misma cantidad de gas natural

- Evitar la contaminación cuando son depositados en un relleno sanitario; son inertes, no se descomponen, no emiten gases, ni producen líquidos contaminantes.

Para finalizar, es conveniente notar que los kilos anuales de plásticos en los rellenos sanitarios en los últimos años no se han incrementado a pesar de haber aumentado el consumo, ya que los espesores de los envases han venido disminuyendo constantemente mediante reducción en la fuente; esto es consecuencia de la actitud que la industria ha asumido invirtiendo en investigación y diseño.

3.1.5.3. Aportes en lo Económico

Es imposible imaginar las actividades de nuestra vida diaria, de la economía o la tecnología sin el uso de los plásticos. La importancia económica de los plásticos en la vida moderna se puede apreciar observando a nuestro alrededor y analizando cuántos objetos son de este material.

Los índices de crecimiento de los sectores del plástico en el mundo superan prácticamente a todos los demás sectores industriales y el consumo del plástico sólo se encuentra por debajo del consumo del hierro y el acero, aunque esto se debe a que se cuenta la masa consumida, y éstos últimos tienen una densidad mayor.

3.2. GENERALIDADES DE LOS MUNICIPIOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Se han tomado como generadores a los municipios de Cota, Chía, Cajicá y Mosquera en el departamento de Cundinamarca, localidades muy cercanas a Bogotá, tal como se muestra en los Anexos 1 y 2: sobre los cuales se cita la siguiente información:

3.2.1. Municipio de Cota

El municipio de cota se localiza al Noroccidente de Bogotá Distrito Capital del cual dista 14 Km. Su cabecera municipal esta ubicada a 4° 50´ Latitud Norte y 74° 05° Longitud Oeste.

La altura sobre el nivel del mar de la cabecera es de 2457 m., con una Temperatura media 13.7 °C y una precipitación media de 800 mm. Limita por el Norte con el municipio de Chía, por el Sur con Funza, por el Oriente con Bogotá D.C. y por el Occidente con Tenjo.

El territorio municipal comprende 5.344 hectáreas, de las cuales aproximadamente 144 pertenecen al área urbana y las restantes 5.200 al área rural, de estas, 505 pertenecen al resguardo indígena que hay en Cota.

La topografía del municipio es plana en su mayor parte, sin embrago al Occidente presenta un relieve montañoso importante cuya principal altura es el Cerro del Majuy con 3.050 msnm. Por la condición de sus suelos y a la cercanía a Bogotá el Municipio es apto para el desarrollo de las actividades agrícolas especialmente la horticultura.

Aspectos Socio - económicos

- **Población**

Según los datos del Censo de 1993, la población de Cota esta constituida por un total de 14.187 entre los cuales 7034 son hombres y 7153 mujeres, entre edades de cero a ochenta y cuatro años y mas. La información demográfica y el reporte de la secretaria de salud municipal muestra que para el año 2004, la población aumento a 14.887 habitantes, donde gran parte de la población esta clasificada en estratos 1 y 2, es decir un alto porcentaje de dichas personas presentan altos índices de pobreza que requieren mayor atención por parte de las autoridades municipales. La población presenta un mayor número del sexo femenino 50.4% contra 49.6% de hombres, comportamiento muy similar al que se presenta en el país y se asienta básicamente en dos modalidades, dispersas en el área rural y concentrada en la cabecera municipal.

Más del 50% de la población cuenta con menos de 25 años, esto implica grandes responsabilidades de la administración respecto al desarrollo integral de la población infantil y juvenil, esto contrasta con el 4% de población mayor de 64 años.

- **Principales actividades económicas de Cota**

El municipio de Cota, pese a su localización geográfica y la presión urbanística mediante conurbación que le genera Bogotá, todavía es un municipio con características rurales y dedicadas principalmente a las actividades del sector agrario. No obstante, por las mismas características anotadas, otros sectores como los servicios, especialmente de educación con colegios privados, recreacionales con clubes privados, la industria, el comercio, el turismo de fin de semana y la construcción, empiezan a tomar auge, y representan algunas de las oportunidades y potencialidades del desarrollo municipal.

Como se anotó es un distrito pequeño dedicado a la agricultura, y a la venta de comidas y platos típicos de la región. Cuenta con variados restaurantes y cafeterías que venden los platos del folclore Cundinamarqués. Cota posee muchos campos de cultivo, los principales son de repollo y lechuga. También se cuidan varios animales, entre ellos los caballos y vacas. Cota no produce mucho dinero anual y en general, la vocación económica de este municipio es Agroindustrial

Protección: Comprende el sistema de bosque y/o vegetación protectora. Su potencialidad económica, se espera de la compensación o retribución que deben recibir de los usuarios del agua, quienes conserven estas unidades dedicadas a este uso con la finalidad de regular el recurso hídrico.

Forestal: Se presenta como bosque o plantación forestal especialmente con especies como pinos y eucaliptos, con fines de aprovechamiento técnico y racional de su madera y subproductos.

Minero: Esta actividad presenta su mayor importancia en la extracción de agua subterránea y excepcionalmente materiales de cantera como piedra y recebo, las cuales actualmente están cerradas y se destinarán como zonas de recuperación ambiental.

Agrícola: La horticultura intensiva en pequeña y mediana escala es el sistema productivo, más representativo del municipio y el que más ocupa mano de obra. Se cultiva principalmente espinaca, cilantro, lechuga, remolacha, coliflor, acelga entre otros. El cuadro 8 muestra en comparación las principales actividades del sector agrícola.

Como cultivos transitorios, especialmente se cultiva papa y maíz, alternados con pastos para ganadería intensiva y semi -extensiva; ocupa una gran extensión del municipio aunque generan menor cantidad de empleo que el anterior.

Por otro lado, la floricultura intensiva ocupa gran cantidad de mano de obra, generalmente procedente de Bogotá y otros municipios cercanos. Su mercado es preferencialmente el exterior. Esta actividad representa un gran impacto social, por la población flotante que atrae y por los efectos sobre la salud de sus trabajadores; impacto ambiental por la cantidad de agua que extrae del subsuelo, por la degradación de los suelos que causa la aplicación indiscriminada de agroquímicos.

Pecuario: Esta actividad se desarrolla especialmente en la Veredas del Abra, parte de Rozo y Vuelta Grande, genera mano de obra a pocos habitantes oriundos del municipio y se centra en personas inmigrantes del campo de diferentes partes del país. En el cuadro 9 se realiza un paralelo de las principales actividades en este sector, datos suministrados por la UMATA y URPA Cundinamarca.

Las granjas avícolas están dedicadas especialmente a la producción de huevos ocupan regular cantidad de mano de obra especialmente del lugar.

Industrial: Las industrias, las cuales están localizadas hacia el sur del municipio en la Vereda Vuelta Grande, se están consolidando con la expectativa de que se transforme el entorno y la economía municipal, la cual dependerá significativamente de las actividades industriales. La actividad de la construcción ocupa una pequeña pero significativa parte de la población económicamente activa del municipio.

En el entorno regional, la hasta ahora conocida zona industrial sobre la Autopista Medellín, no ha tenido gran desarrollo, la reglamentación establecida por el Acuerdo Municipal 009/95 es muy restrictiva pero a la vez, es generadora de un

buen ordenamiento, para desarrollos industriales prácticos y sobre todo que no causen altos impactos ambientales, a diferencia de las antiguas zonas industriales como las de Funza – Mosquera –Madrid (industrias alimentarias, concentrados y vidrio), que se establecieron en zonas dispersas con muy pocos aislamientos sobre vías. Una vez aprobado el Plan de Ordenamiento Territorial se les permitirá un óptimo desarrollo de su actividad beneficiando a la comunidad que los rodea.

3.2.2. Municipio de Chía

El Municipio de Chía está ubicado en la Provincia denominada Sabana Centro, 25 Km. al Norte de Bogotá D. C. Tiene una extensión de 76 km² (7.648 Ha), de los cuales 6,17 km² corresponden al área urbana y 70,31 al área rural.

Geográficamente está ubicada en los 4,52° de latitud norte y los 74,04° de longitud oeste, tiene una elevación media de 2.652 m sobre el nivel del mar y tiene una temperatura media de 12°.

Limita al norte con los municipios de Cajicá y Sopó, al este con Sopó y La Calera, al sur con el Distrito Capital y a occidente con Tabio y Tenjo.

Aspectos Socio - económicos

- **Población**

La siguiente tabla presenta el crecimiento histórico de la población total del municipio de Chía.

Año	Población (Habitantes)	Fuente
1905	5.838	Planeación municipal
1938	8.110	Planeación municipal
1973	21.500	DANE
1985	37.500	DANE
1993	52.007	DANE
2001	63.600	* Proyección DANE
2003	66.482	* Proyección DANE
2003	75.330	* SISBEN
2002	105.000	* Estimado Planeación Municipal
2003	111.000	* Estimado Planeación Municipal

Fuente: PGIRS Chía.

La proyección de la población se hace con base en la regulación de ocupación del territorio del Plan de Ordenamiento Territorial –POT, estableciendo una tasa anual de crecimiento del 6,7%. Se estima que los estratos socioeconómicos 4, 5 y 6, serán los de mayor crecimiento poblacional, por la migración de población desde Bogotá. La tabla siguiente presenta la proyección de la población hasta el año 2013.

Años	Estrato 1 y 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5 y 6	Población Total
Factor Crecimiento/año	1,059	1,059	1,075	1,075	1,067
2003	47.740	34.045	9.845	18.370	111.000
2004	50.557	36.054	10.583	19.748	116.941
2005	53.540	38.181	11.377	21.229	124.326
2006	56.698	40.433	12.230	22.821	132.183
2007	60.044	42.819	13.148	24.533	140.543
2008	63.586	45.345	14.134	26.373	149.438
2009	67.338	48.021	15.194	28.350	158.903
2010	71.311	50.854	16.333	30.477	168.975
2011	75.518	53.854	17.558	32.762	179.693
2012	79.973	57.032	18.875	35.220	191.100
2013	84.692	60.397	20.291	37.861	203.241

Fuente: PGIRS Chía.

Densidad de Población: Tomando como base los datos del Censo de 1993, para el sector rural se registraron 6.499 personas, para las 7.648 ha, arrojando un valor de 0,9 habitantes/ha. En el sector urbano se registraron 38.657 habitantes para las 617 ha, con un valor de 62,6 habitantes/ha.

- **Principales actividades económicas**

Aunque se plantea una condición de municipio agrícola por parte de las autoridades municipales, se observa que el sector de comercio formal e informal ocupa el primer lugar en la generación de empleo. De hecho en la distribución de predios, en los planos de usos del suelo, se observa que la proporción de tierras dedicadas a cultivos extensivos y ganadería es menos importante que la suma del área urbana y fincas de residencia o recreación. En general, las actividades

agrícolas se ven presionadas por la industria de la construcción, en el sector urbano como en el rural.

Agrícola: Se mantiene la producción agrícola relacionada con los cultivos de flores. Existen aproximadamente 179 ha con cultivos de flores (Censo Económico de Cundinamarca, 2002), que corresponde a menos del 1,5% del área rural.

Pecuaría: Dedicada al levante de porcinos y aves y la explotación de ganado, cuya producción se ha mantenido por la presencia de industrias como Proleche y Schapelli.

Sector secundario o industrial: Está representado por empresas de construcción, fábricas de muebles, laboratorios químicos, pasteurizadoras, talleres de maquinaria industrial y ensambladoras, las cuales están asentadas cerca de las vías principales (Carretera Central del Norte-Carrera Séptima, Autopista Norte y Variante de Cota, alejados de zonas de ronda de los ríos.

Entre las principales industrias están: Schapelli, Champicol, Proleche, Sofasa-Toyota, Vitemco, Yazaki-Ciernel, Laboratorios V.M., Vinos Capri, Ladrillera del Norte, Muebles Series y varias industrias de quesos y arequipes

Aunque las industrias favorecen la generación de empleo, los ingresos para el municipio se ven reducidos porque en algunos casos el Impuesto de Industria y Comercio se paga en las ciudades donde las diferentes sociedades tienen la oficinas administrativas, entonces en Chía se paga una proporción reducida de dicho impuesto.

Sector terciario: Comercio Formal e Informal, empresas o talleres domésticos, vendedores y empresas prestadoras de servicios públicos. Este sector ocupa el primer lugar en generación de empleo, se presentan dos tipos de mercado principales: uno es el mercado proveniente de la capital, se ubican entonces

establecimientos sobre vías principales (Carrera Séptima, Autopista Norte, Avenida Pradilla, vía a Cajicá y variante a Cota); el otro corresponde la mercado interno del municipio.

En cuanto al sector de transporte en Chía hay 42 estaciones de servicios de gasolinas: 17 de Esso Colombia, 18 de Mobil, 3 de Terpel y 4 de Texaco.

En Chía hay muy buena cobertura de servicios financieros, los bancos que tiene sucursales son los siguientes: Bancolombia, Banco de Bogotá, Banco Agrario de Colombia, Banco Davivienda, Banco Megabanco, Banco Granahorrar, Banco Colmena, Banco Colpatría, Banco Ganadero, Conavi y Banco Santander.

3.2.3. Municipio de Cajicá

El municipio de Cajicá esta situado en el Departamento de Cundinamarca en la Sabana centro al norte de la capital de la República, limita al norte con Zipaquirá al oriente con Sopó, y Chía, al sur con Chía y al occidente con Tabio. Cajicá cuenta con una extensión territorial aproximada de 52 Km², el cual equivale al 0.21% del total departamental, concentrando el 0.01% de la población departamental, dividido en cuatro grandes veredas como son: Chuntame, Canelón, Río grande y Calahorra.

Aspectos Socio - económicos

- **Población**

La densidad poblacional es la más alta entre los municipios de la Sabana Norte y Almeidas (841 Hab/Km² en comparación con el promedio de los demás municipios 156 Hab/Km²), generando un alto nivel de presión poblacional por la ocupación del territorio, causada principalmente por las características del

municipio, entre las cuales sobresalen su ubicación estratégica, conectividad vial, oferta de servicios, expectativas de empleo (industrias, flores, agroindustria) cercanía a Bogotá y el desplazamiento de la población hacia el municipio

Año Censal	Zona Urbana		Zona Rural		Población
	Población	Densidad	Población	Densidad	Total
1995	18.394	353.730	16.636	319.923	35.030
1996	19.009	365.557	17.065	327.211	36.074
1997	19.640	377.692	17.399	334.596	37.039
1998	20.287	390.134	17.790	342.115	38.077
1999	20.943	402.750	18.176	349.538	39.119
2000	21.603	415.442	18.555	356.826	40.158
2001	22.266	428.192	18.929	364.019	41.195
2002	22.933	441.019	19.294	371.038	42.227
2003	23.600	453.846	19.651	377.903	43.251
2004	24.258	466.500	19.991	384.442	44.249
2005	24.886	478.576	20.298	390.346	45.184

- **Principales Actividades Económicas**

A pesar que el municipio no cuenta con los datos de valores en millones al año y número de familias beneficiadas con estas a continuación se realiza una descripción de las actividades económicas relevantes en el municipio de acuerdo al sistema de producción

Producción Agrícola: La floricultura se ha posicionado como la actividad agrícola predominante, desplazando los cultivos tradicionales como las hortalizas, tubérculos, cereales y legumbres. AFLORNORDES y ASOCOLFLORES, son las dos grandes asociaciones de floricultores que hacen presencia en el municipio, a ellas están vinculadas aproximadamente 50 empresas, las cuales ocupan una

extensión aproximada de 270 Has. Las empresas se encuentran distribuidas en las diferentes veredas del municipio, ofreciendo unos 2000 empleos.

Le sigue la producción de hortalizas entre los que se encuentra el cilantro, la lechuga, el ajo, las espinacas, zanahoria y coles, los cuales se han tecnificado. La extensión ocupada por estos cultivos dentro del municipio es aproximadamente de unas 350 hectáreas y la cantidad aproximada de obreros que utiliza es de unas 1.000 personas.

También es un municipio productor de legumbres como la arveja y el frijol. En menor escala, también se produce el maíz y la papa

Producción Pecuaria: En el municipio existen 377 fincas en total, cuyas actividades principales son la ganadería extensiva y la cría de especies menores como cerdos, conejos y aves de corral. La vereda que presenta mayor número es Chántame en 146, seguida de Río Grande con 110. Cajicá ostenta un alto récord de producción avícola y lechera dentro de la región. En el municipio se encuentran dos de las mayores comercializadoras de leche como lo son la Alquería y el Pomar y dos de las mayores comercializadoras de huevos como son Santa Reyes y Algeciras. En el año 2001 la población bovina llegaba a 4257, desde entonces no se tienen estadísticas sobre esta actividad en el municipio.

Producción Minera: En el municipio se presentan cuatro explotaciones mineras de las cuales dos cuentan con licencia ambiental y uso del suelo asignado. El primero centro de producción se sitúa sobre la vía a Zipaquirá en el sitio denominado Las Manas.

Producción Industrial: Es notable la gran importancia que tiene la industria dentro del municipio, con 94 empresas, entre las que se encuentran La Alquería, El Pomar, Refisal, Tejidos Lav, Emcocables y Prodilácteos. En el municipio de Cajicá se generan \$ 77.603.976.000 anuales a partir de éstas. La artesanía en el

municipio es amplia caracterizada por estar conformada en su mayoría por pequeños productores que orientan sus productos hacia compradores bogotanos. La tradición en la elaboración de tejidos ha tomado dimensiones industriales sobre todo en la elaboración de tapetes. Las ferias realizadas en el municipio para promover esta actividad han dado como resultado la potenciación de las grandes fabricas de tejidos relegando a los pequeños productores

3.2.4. Municipio de Mosquera

El municipio de Mosquera está localizado en el Altiplano Cundinamarqués en la Sabana de Bogotá, a una altura sobre el nivel del mar de 2.546 m. y temperatura media de 14° C, a una distancia de 23 Km. de la capital de la República.

Mosquera limita por el norte con los municipios de Madrid y Funza; por el sur con el municipio de Soacha; por el occidente con el municipio de Bojacá y por el oriente con Bogotá.

El municipio tiene un área de 107 Km² (10.700 Ha.), de los cuales 3.638 Ha. corresponden a la zona montañosa, con alturas que alcanzan los 2.800 msnm, compuesto por valles inter montañosos y depresiones semicerradas con drenajes internos; dentro de esta área sobresalen los cerros La Herrera, Las Canteras, Los Andes, Mondoñedo, La Piedra de Fierro y El Gordo.

Aspectos Socio - económicos

- **Población**

El último dato oficial es el censo de 1993 realizado por el DANE. La población censada en 1985 correspondió a 13.465 habitantes y en 1993 a 20.440 habitantes,

lo cual denota un notable crecimiento de la población de Mosquera durante el período censal 1985-1993, el cual corresponde al 51.8%.

Año	Población Proyectada			Incremento Poblacional			Tasa de Crecimiento		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
1995	24.772	21.426	3.296						
1996	25.319	21.975	3.344	597	549	48	2,42	2,56	1,43
1997	25.923	22.532	3.391	604	557	47	2,39	2,53	1,41
1998	26.538	23.100	3.438	615	568	47	2,37	2,52	1,39
1999	27.150	23.666	3.484	612	566	46	2,31	2,45	1,34
2000	27.753	24.227	3.526	603	561	42	2,22	2,37	1,21
2001	28.348	24.783	3.566	595	556	40	2,14	2,3	1,13
2002	28.936	25.333	3.603	588	550	37	2,07	2,17	1,03
2003	29.511	25.873	3.638	575	540	35	1,99	2,13	0,97
2004	30.063	26.395	3.668	552	522	30	1,87	2,02	0,82
2005	30.566	26.875	3.691	503	480	23	1,67	1,82	0,63
TASA DE CRECIMIENTO ANUAL PROMEDIO							2,14	2,28	1,14

- **Principales Actividades Económicas**

La economía municipal está compuesta básicamente por tres sectores: Industrial, con una participación del 50%; Agropecuario, con una participación del 40% y Comercial, con una participación del 10%.

Agropecuario: ha sido tradicional en el Municipio y es una de sus grandes fortalezas, dada la calidad de sus tierras. Su crecimiento ha sido notorio en cultivos de espinacas, coliflor, lechuga, zanahoria, apio, ajo, cebada, papa, arveja y trigo. A lo anterior se le adicionan las flores tipo exportación.

Pecuario: Dedicado a la producción lechera con explotaciones ganaderas basadas en la razas Holstein, Pardo Suizo, Normanda y Redpoll.

Industrial: Por su localización se han asentado en Mosquera innumerables industrias, principalmente sobre la troncal de occidente, por su fácil acceso y adecuadas vías de comunicación. Entre estas industrias, se pueden mencionar: Purina de Colombia, Cantacclaro S.A., Cartones América, Colempaques Ltda., Finca S.A, Flor América, Industrias Kapitol, Módulos y Construcciones, Pollo Rico, Pegatex Ltda, Pabsa, Doria S.A. Productos Ramos S.A, Shell de Colombia, entre otras.

Sector terciario: En el municipio se encuentran establecimientos que surten a la comunidad de sus necesidades primarias, como son droguerías, misceláneas, panaderías, supermercados, expendios de carnes, restaurantes, etc.

3.3. GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS⁵

Como dato general, existen en Bogotá al rededor de 67 puntos de acopio de residuos plásticos entre ellos los de post industria y post consumo y 26 puntos de acopio en el resto del país según tabla de recolección, compra selección, clasificación, empaque, transporte y comercialización de residuos plásticos.⁶
ACOPLASTICOS.

Dentro de los puntos de acopio en Bogotá y los municipios, existen puntos que venden el plástico de la siguiente manera.

Centros de reciclaje	Plásticos Enteros	\$720 /Kg.
Centros de reciclaje	Plásticos separados	\$960/Kg

⁵ información tomada de los PGIRS de cada municipio, a excepción de Cota que no tiene PGIRS

⁶ ACOPLÁSTICOS

en la fuente

Pigmentos (Color) 40 gramos/Kg \$240/Kg

Para el caso de este proyecto, se describen a continuación los residuos sólidos generados por los municipios que lo integran, utilizando la proyección de población estimada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE:

MUNICIPIO	POBLACION Hab. 2002	CANTIDAD PRODUCIDA	PRODUCCIÓN PLASTICO	PPC
		Ton / día	Ton / día	Kg/ hab/ día
Cota	6.852	10	2,00	0,29
Chía	58.034	62	7,74	0,13
Cajicá	22.266	25	3,00	0,13
Mosquera	24.783	17	4,25	0,17
TOTAL	111.935	114	17,00	

Para complementar la anterior información, se describe a continuación, de manera general, la generación de residuos sólidos en cada municipio.

3.3.1. Municipio de Cota

3.3.1.1. Los residuos sólidos en el municipio de Cota

Desde el año actual hasta el año 2020 el municipio de Cota pasará de producir 1.449 toneladas/mes a más de 1.730 toneladas/mes de residuos residencial, industrial, comercial, de vías y áreas públicas, patógenos, de construcción o escombros, lodos de canales y sistema de alcantarillado, lodos producto del

tratamiento de agua potable y/o residual, es decir un incremento de 18,73 Ton/año o lo que corresponde a un incremento del 119%, frente a las cifras actuales

- **Caracterización física de los residuos sólidos**

La caracterización física y química de los residuos sólidos del municipio de Cota Cundinamarca, según un muestreo realizado en tres (3) diferentes sectores de la ciudad, de acuerdo con el promedio aritmético, son los que se describen a continuación:

ELEMENTO	%
VIDRIO	8.22
PLÁSTICO	11.11
PAPEL Y CARTON	7.08
METALES	3.60
MATERIAL ORGÁNICO	58.93
ARENA	6.91
OTROS	4.15

De la tabla anterior se desprende que la mayoría de los residuos sólidos corresponden a material orgánico, lo cual es consecuente con la vocación agrícola o agroindustrial que tiene el municipio y de las posibilidades que este material tiene como abono una vez ha sido reutilizado.

Los plásticos son el segundo renglón de producción lo cual responde a las actividades de floricultura que hay en el municipio, que demandan gran cantidad de plástico para la construcción de invernaderos. Los demás residuos corresponden al 25% del total que se producen y que son igualmente recuperables y reutilizables por las industrias correspondientes.

3.3.1.2. Disposición final

La disposición de residuos sólidos del municipio se realiza en el “botadero” de Mondoñedo en el municipio de Mosquera (Cundinamarca) programándose para comenzar a utilizar la segunda fase Mondoñedo 2, ya que la primera fase no cumplía con la legislación ambiental exigida por los entes ambientales , obligando a su cierre , actualmente existe una zona de transferencia mientras se adapta el nuevo relleno sanitario, obligando a los operadores a pagar una nueva tarifa que nunca se esperaba por su alto costo en el manejo de Disposición final.

3.3.2. Municipio de Chía

3.3.2.1. Los residuos sólidos en el municipio de Chía

- **Residuos ordinarios**

Los generadores de estos residuos, orgánicos e inorgánicos, son el sector residencial y comercial principalmente; también se incluyen los ordinarios el sector industrial, institucional y agrícola.

Sectores	Toneladas / mes	%
Producción mensual de residuos residenciales	1.170	63%
Producción comercial e institucional	688	37%
Residuos servidos por EMSERCHIA al mes	1.858	100 %
Producción Per cápita residencial	0,39 Kg./ hab-día	
Población estimada para el 2004, total municipio	100.000 habitantes	
Producción de residuos residenciales estimados	39 toneladas / día	

- **Caracterización física de los residuos residenciales**

ELEMENTOS	Estrat	Estrat	Estrat	Estrat	Prome	Sec.	Promed
	o	o	o	o	dio	Rural	io Total
	1	2	3	4 -6	Urbano		
	%	%	%	%	%	%	%
ORGANICOS							
1. Preparación y consumo de comida	56,76	53,36	53,29	57,14	55,14	49,44	52,29
2. Productos de papel (archivo)	1,04	1,33	1,06	5,23	2,16	1,52	1,84
3. Cartón	2,08	0,71	1,90	2,03	1,68	1,18	1,43
4. Periódico	0,32	0,27	0,84	2,48	0,98	0,95	0,97
5. Plástico	13,74	8,83	10,92	12,08	11,39	12,70	12,05
6. PET – Envase	0,53	0,49	1,25	0,41	0,67	0,20	0,44

ELEMENTOS	Estrat o 1	Estrat o 2	Estrat o 3	Estrat o 4-6	Prome dio Urbano	Sec. Rural	Promed io Total
gaseosa							
7. Textiles	3,92	3,53	1,19	0,94	2,39	0,95	1,67
8. Cuero	0,00	0,00	0,41	1,42	0,46	0,32	0,39
9. Caucho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10. Hueso	2,80	0,57	0,09	0,65	1,03	0,45	0,74
11. Madera	0,25	0,09	4,09	0,50	1,23	0,09	0,66
12. Orgánicos Misceláneos (basura)	3,02	9,72	7,46	4,53	6,18	6,36	6,27
13. Otros							
13.1. Papel higiénico, pañales y toallas higiénicas	8,91	18,73	9,27	8,30	11,30	19,56	15,43
13.2. Icopor	0,10	0,22	0,16	0,13	0,15	0,14	0,14
Subtotal	93,47	97,84	91,91	95,74	94,77	93,89	94,33
INORGANICOS							
1. Vidrio	2,60	1,02	7,05	2,72	3,35	3,82	3,58
2. Productos cerámicos	0,00	0,40	0,00	0,20	0,15	1,68	0,91
3. Construcción y demolición	2,78	0,00	0,00	0,11	0,72	0,00	0,36
4. Metales	0,82	0,71	0,97	1,11	0,90	0,52	0,71
4.1. Ferrosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4.2. No Ferrosos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5. Pilas domésticas	0,08	0,04	0,06	0,02	0,05	0,09	0,07
6. Cenizas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

ELEMENTOS	Estrat o 1	Estrat o 2	Estrat o 3	Estrat o 4 -6	Prome dio Urbano	Sec. Rural	Promed io Total
7. Otros.	0,25	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,03
Subtotal	6,53	2,16	8,08	4,16	5,23	6,11	5,67
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: PGIRS Chía.

3.3.2.2. Tratamiento y aprovechamiento de residuos

De acuerdo con la información que maneja la Empresa de Servicios Públicos de Chía, EMSERCHIA ESP, el aprovechamiento, como componente del servicio, se va desarrollando en la medida que se establece un proceso de compra venta de los materiales recuperados. El 5% del total de los residuos generados son recuperables; las bodegas recuperan anualmente 1.315 ton de material reciclable: 57% papel y cartón; 22% metales, 15% vidrio y 5% de plásticos. Este último con menor participación por dificultades de acopio y comercialización. El 1% restante son otros materiales como baterías, radiografías y cubetas de huevo, que son recuperados en menor escala.

Los materiales orgánicos son trabajados por el municipio en el vivero municipal y constituyen el 2.5% total de los residuos atendidos.

3.3.2.3. Disposición final

Hasta septiembre de 2005, los residuos sólidos no aprovechados se disponían en su totalidad (70 t/día) en el botadero de Mondoñedo, ubicado a 37.6 Km. de la

cabecera municipal de Chía, con un tiempo de recorrido para los carros recolectores de 2 horas 9 minutos, ida y vuelta.

3.3.3. Municipio de Cajicá

3.3.3.1. Los residuos sólidos en el municipio de Cajicá

Teniendo en cuenta la cantidad de residuos sólidos generados en el año y el número de los habitantes del municipio, se calcula que la producción per cápita de los habitantes es 0,54 Kg / Hb / Día.

AGUAS DE CAJICA S.A. E.S.P. DIRECCION TECNICA RESIDUOS GENERADOS AÑO 2006		
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS AÑO 2006		
MESES	TONELADAS	KILOGRAMOS
Enero	711,73	711.730
Febrero	588,21	588.210
Marzo	697,88	697.880
Abril	673,90	673.900
Mayo	796,62	796.620
Junio	747,98	747.980
Julio	823,03	823.030
Agosto	827,17	827.170
Septiembre	747,21	747.210
Octubre	803,92	803.920
Noviembre	778,48	778.480

AGUAS DE CAJICA S.A. E.S.P. DIRECCION TECNICA RESIDUOS GENERADOS AÑO 2006		
RESIDUOS SÓLIDOS GENERADOS AÑO 2006		
MESES	TONELADAS	KILOGRAMOS
Diciembre	819,69	819.690
TOTAL	9.015,82	9.015.820
PROMEDIO MENSUAL		751.318
PROMEDIO DIARIO		25.044

- **Residuos ordinarios**

Los generadores de estos residuos, son el sector residencial e industrial principalmente:

Tipo de Usuario	Nº suscriptores	Producción usuario Kg/mes	Producción Ton / Usuario	Residuos sólidos producidos Tn/mes
Residencial	8.796	622.000	0,07	615,72
Comercial	394	403	0,02	9,45
Industrial	23	61.857	2,70	62,10
Oficial	48	29.640	0,62	29,66
Especial	26	33.506	1,31	33,80
TOTAL	9.287	183.233		750,73

Fuente. Aguas de Cajicá S.A. ESP. 2007

- **Caracterización física de los residuos sólidos**

Tipo de material	% EN PESO	Producción esperada Kg./mes
Orgánicos fácilmente biodegradables		
Residuos de alimentos	53%	398.199
Residuos agrícolas (plaza mercado)	3%	22.539
Subtotal (RSO)	56%	420.738
Inorgánicos		
Papel y cartón	5%	37.566
Vidrio	6%	45.079
Plástico	12%	90.158
Metales	1%	7.513
Otros aprovechables	3%	22.540
Subtotal (RSI)	27%	202.856
No aprovechables	15%	112.698
TOTAL	98%	736.292

Fuente Aguas de Cajicá S.A. ESP. 2006

- **Consolidado producción residuos sólidos Municipio de Cajicá**

COMPONENTE FÍSICO	GENERACIÓN (Kg.)	%
Material orgánico (residuos de comida antes y después de su preparación)	230	53
Papel	11.8	3
Cartón	10.75	2
Madera, aserrín	4125	1
Hueso	5.875	1

COMPONENTE FÍSICO	GENERACIÓN (Kg.)	%
Plástico total	50.15	12
Tetra pack	1.375	0
Llanta, cauchos	1.25	0
Batería, Teléfonos	0.125	0
Metales	2.75	1
Vidrio	25.5	6
Textiles	6.25	1
Chatarra	5.225	1
Aluminio	6.375	1
Jardinería	5.6	1
Sanitarios	54.5	13
Otros	9.95	2
Otros Patógenos	0	0

Fuente: Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. ESP. "EPC". 2007

3.3.3.2. Aprovechamiento y Valorización de Residuos

En cuanto a tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos, los datos que se tienen son los de producción de abono orgánico que se realizó por medio de la Oficina de Asistencia Técnica Agropecuaria y Ambiental, quienes del proyecto de aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos y lombricultivo, utilizaron dos toneladas de Residuos Sólidos Orgánicos - RSO para producir abono orgánico, distribuido entre las familias que participaron en el proyecto. Cabe anotar que a nivel municipal no se ha realizado aprovechamiento alguno de residuos, exento el anteriormente mencionado.

3.3.3.3. Disposición Final

El servicio de aseo es prestado por AGUAS DE CAJICA S.A. E.S.P. Teniendo en cuenta el cierre de los botaderos a cielo abierto en especial el de Mondoñedo, de acuerdo con la resolución 1425 del 3 de octubre de 2005 del MAVDT, el municipio de Cajicá se vió obligado a empezar a disponer sus residuos sólidos en el relleno sanitario Doña Juana de forma provisional, en tanto se diera una solución por parte del consorcio Nuevo Mondoñedo, en cuanto a la construcción y operación del nuevo relleno sanitario, trayendo como consecuencias para la empresa prestadora del servicio un alza en los costos por concepto de disposición final, ya que se pasó de pagar \$3.500 por tonelada de residuo a \$15.100/Tn; tiempos improductivos o muertos debido al desplazamiento hasta el relleno sanitario; aumento de costos por concepto de combustible; horas extras y peajes, entre otros.

3.3.4. Municipio de Mosquera

3.3.4.1. Los Residuos en el Municipio de Mosquera

Teniendo en cuenta los promedios históricos de producción de residuos sólidos urbanos, reportados por el operador de Mondoñedo Sabrinsky Poin E.S.P S.A, el PGIRS de Mosquera adoptó un promedio de 794 Toneladas/mes.

- **Residuos ordinarios**

TIPO DE USUARIO	No. DE EDIFICACIONES	PRODUCCION USUARIO/MES	RESIDUOS SÓLIDOS PRODUCIDOS
Residencial	12.216	63.4	774.500
Comercial	235	54.5	128.075
Industrial	99	38	3.762
Institucional	35	53	1.855
Especial	21	53	1.113
TOTAL	12.606		794.053

- **Residuos sólidos aprovechables por algunos sectores**

MATERIAL	CANTIDAD ESTIMADA Ton/año
Compost	4.699,61
Lombricompuesto	No registra
Plástico	1.047,61
Vidrio	251,66
Metal Ferroso	117,05
Papel y Cartón	286,78
Material vegetal crudo	No registra
Escombros	No registra
Textil	500,40

Fuente: Municipio de Mosquera

3.3.4.2. Aprovechamiento y Valorización de Residuos Sólidos

En la caracterización de los residuos sólidos en el Municipio se identifican residuos aprovechables; sin embargo, no se reportan sectores formalmente constituidos que realicen prácticas de reciclaje. Se cree que el efecto de la cercanía con el botadero de Mondoñedo, centra las prácticas de aprovechamiento en el sitio.

3.3.4.3. Disposición Final

El servicio de Aseo es prestado por la Caja de Aseo Municipal. Hasta octubre de 2005, la disposición de los y los residuos sólidos se realizaba en el botadero de Mondoñedo, operado por la empresa Sabrinski Poin; sin embargo, una vez ocurrido el cierre de éste, por parte de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR, se comenzó a disponer los residuos del Municipio en una celda para el manejo técnico en terrenos de propiedad de la Gobernación, que hoy en día es el relleno Nuevo Mondoñedo.

3.4. RECOLECCIÓN, PRETRATAMIENTO Y ACOPIO - ASPECTOS TÉCNICOS DE OPERACIÓN DE RECOLECCIÓN SELECTIVA, PRETRATAMIENTO DE RESIDUOS INORGÁNICOS, ALMACENAMIENTO EN BODEGA LOCAL Y RESPONSABILIDAD DE LOS MUNICIPIOS

Los residuos de post-consumo son los generados por los usuarios del servicio de aseo, los cuales son recogidos generalmente por grupos de recicladores en los centros urbanos, se consiguen en buenas cantidades y poseen alguna cantidad de material inorgánico, por lo que requiere lavado y descontaminación con

detergentes bajos en espumas y son los más económicos, comparados con los residuos post - industriales.

3.4.1. Separación en la Fuente

La separación de los residuos es quizá uno de los componentes más importantes para que el esquema funcione, ya que dependiendo de la calidad y la cantidad de material que los usuarios entreguen, se verá reflejado en la sostenibilidad económica, ambiental y socio-cultural del esquema.

Para lograr que la comunidad, y los diferentes usuarios realicen la separación en la fuente de los residuos se deberá llevar a cabo un programa de educación que se debe presentar en detalle en la etapa de formulación de un plan de aprovechamiento.

Los residuos deberán ser separados en tres fracciones:

- **Fracción orgánica**

Son los residuos orgánicos provenientes de la preparación de alimentos, arreglo de jardines y corte de césped, poda de árboles, etc., que pueden ser aprovechados mediante procesos de degradación biológica para producir compost, dichos residuos serán presentados, en lo posible, en bolsa de color verde.

- **Fracción reciclable**

Corresponde a los materiales reciclables que serán aprovechados en las plantas, presentados, en lo posible, en bolsa clara o transparente:

- Papel y cartón
- Plástico
- Vidrio
- Metales
- Periódico
- Chatarra
- Aluminio
- Tetrapack

Estos materiales deben presentarse limpios, libres de sustancias líquidas o sólidas como residuos de comida, grasas y lubricantes, los cuales luego de su recolección deberían ser trasladados a las plantas de aprovechamiento.

Para el caso del plástico, que es nuestro tema, pasarían a la planta de aprovechamiento que se propone como empresa.

- **Fracción no aprovechable**

Los residuos que van a ser dispuestos en el relleno sanitario; deben ser presentados en lo posible en bolsa negra.

- Residuos sanitarios
- Envolturas de golosinas
- Residuos de cerámicas
- Láminas plastificadas
- Papel encerado
- Bolsas plásticas con comida
- Bombillos y tubos fluorescentes
- Servilletas
- Residuos de barrido

- Zapatos
- Icopor
- Otros

3.4.2. Recolección Selectiva

Los municipios que hacen parte del plan de aprovechamiento, que se deberá formular, deberán realizar un ajuste a las rutas de recolección del servicio público de aseo, en primera instancia de acuerdo con lo que haya recomendado el PGIRS en este aspecto, de manera que se cumpla una frecuencia de recolección mínima de dos veces por semana.

En caso de que lo establecido por los PGIRS para algunos municipios no haya sido muy claro, se recomienda la prestación de servicio mediante la recolección selectiva, de la siguiente forma:

- Dos días de recolección para los residuos orgánicos.
- En uno de los días de recolección de residuos orgánicos se recogerá la fracción de residuos no aprovechables. Para esto se deberán adecuar los vehículos de manera que se realice una sola ruta de recolección y con el mismo vehículo, aprovechando que las plantas estarán ubicadas en el mismo sitio de los rellenos sanitarios.
- En uno de los días de recolección de orgánicos se recogerá la fracción de residuos reciclables. Estos materiales serán llevados por el vehículo que realice la ruta, a la bodega que deberá tener cada municipio; donde serán seleccionados, embalados y acopiados hasta que la ruta de recolección que realizará cada Planta de Aprovechamiento los recoja de acuerdo con una programación previamente establecida.

- La bodega contará con elementos claros de identificación tanto del sitio como de las condiciones y tipos de residuos a recibir, resaltando la importancia del reciclaje como una forma de conservar y preservar recursos naturales como agua, bosque, energía eléctrica así como su contribución en la solución y prevención del calentamiento local.
- Las bodegas podrán tener contenedores para el depósito de los materiales reciclables llevados por los usuarios. Acción que deberá fortalecerse con el tiempo.

3.4.3. Aspectos Socio - Culturales

Este aspecto tiene dos frentes de acción, primero entorno a la búsqueda de garantizar que los usuarios entreguen el material orgánico y reciclable de manera adecuada y con la calidad requerida, y de otro lado, garantizar la participación a los recicladores en las actividades de recuperación y aprovechamiento como lo determina el Decreto 1505 de 2003, modificadorio del Decreto 1713 de 2002.

En ese sentido con la implementación de un plan de aprovechamiento se espera generar cambios culturales en la comunidad en cuanto a sus costumbres de entrega de los residuos; algunas experiencias se han venido dando con la implementación de los PGIRS, pero es necesario unificar criterios en los municipios de la jurisdicción y fortalecer los esquemas a efectos de lograr el impacto ambiental, económico y social producto de la adecuada separación de los residuos y su posterior aprovechamiento.

Los procesos de educación estarán orientados a la separación de los residuos acorde a las especificaciones técnicas requeridas y mencionadas anteriormente, así como la sujeción al tipo de ruta establecida en cada municipio. Dichos procesos estarán dirigidos inicialmente a la comunidad urbana de los diferentes

sectores de los municipios, para fomentar la práctica continua y adecuada de separación de residuos sólidos.

Por otra parte, se deberán adelantar acciones de inclusión, organización y formación de la población recicladora de oficio, programas que aportan al plan de aprovechamiento, por cuanto se espera que dicha población se beneficie del esquema, a través de su vinculación en el acopio y la comercialización. El esquema central coordinará la difusión y vinculación con el objeto de consolidar productivamente las actividades de aprovechamiento y mejorar las condiciones de vida de los recicladores.

3.4.4. Bodega

Con el fin de lograr los objetivos propuestos por el plan de aprovechamiento que se formule, se ha establecido como un principio que debe ser adoptado por todos los municipios que hacen parte del mismo, la consecución de una bodega en la cual se reciban los materiales recogidos por la ruta de recolección selectiva o llevados por los ciudadanos voluntariamente.

La función de la bodega es recibir, arreglar y empacar materiales reciclables limpios y clasificados, recolectados o llevados por la comunidad en cada uno de los municipios. Para este último caso, inicialmente no se realizará ningún tipo de comercialización de materiales entre el usuario y el administrador de la bodega.

En una primera etapa del proyecto, los materiales reciclables a trabajar serán: chatarra metálica de aluminio y cobre con sus aleaciones, hierro, acero, papel (archivo, impresos y revistas), cartón (plegadiza y corrugado), vidrio (blanco, verde, ámbar y azul) y plásticos (polietileno de alta densidad – PEAD, polietileno tereftalato – PET y bolsas plásticas principalmente) y Tetra-Pack

Dichas bodegas deben presentar las siguientes características:

- **Condiciones físicas de la bodega**

Debido a que los municipios no cuentan con sitios específicos para el almacenamiento y acopio de materiales reciclables, la Alcaldía municipal, con el concurso del sector privado puede adaptar o construir una bodega para el manejo y almacenamiento de materiales reciclables, la cual debe estar cerca a las viviendas del municipio y contar con las siguientes características:

- Piso en baldosín.
- Paredes en bloque o ladrillo y preferiblemente pañetadas.
- Techos que garanticen seguridad, luminosidad y protección de agentes atmosféricos.
- Ventanas con reja y puerta de acceso.

- **Infraestructura y equipos**

La infraestructura de la bodega deberá contar con áreas para el almacenamiento, procesamiento y acopio de materiales prensados y embalados. En general deberá contar con las siguientes áreas y equipos mínimos de acuerdo al nivel de complejidad, teniendo en cuenta una operación manual para reducir el volumen de materiales como envases de vidrio, recipientes plásticos, cajas de cartón y latas de gaseosa:

- Área de Almacenamiento
- Área de baño y locker
- Estacionamiento para vehículos de transporte.
- Balanza de piso con capacidad de 500 Kg.
- Balanza de mesa con capacidad de 10 Kg.
- Embaladora.
- Equipo de oficina: escritorio y silla.

- Elementos de apoyo: escoba, recogedor, canecas.

La instalación ordenada de recipientes debidamente identificados para el depósito de materiales reciclables, además de facilitar el proceso, constituyen una buena herramienta publicitaria para promocionar la separación de residuos sólidos. La consecución de dichos recipientes se podrá realizar con el apoyo del sector privado (patrocinadores locales o regionales). La bodega contará con áreas para el almacenamiento de plásticos, envases de vidrio, vidrio, papel, cartón y chatarra metálica, así como una mesa de trabajo para el desmantelamiento y clasificación de los residuos reciclables.

- **Forma de Operación**

Los municipios deben tener claro el compromiso de la recolección separada de los residuos reciclables, su transporte hasta la bodega, la administración y operación de la misma; selección, organización, embalaje y almacenamiento de los materiales.

Los consumos de servicios públicos como acueducto y energía eléctrica durante la operación de la bodega será mínimo, dado que no se realizará ningún tipo de lavado y la actividad se realizará durante el día. A continuación se describen los pasos esenciales en la operación:

- Recepción de materiales reciclables. La administración de la bodega puede establecer uno o varios días fijos de la semana para la recepción de residuos reciclables llevados por la ruta selectiva o directamente por los usuarios del servicio.
- Clasificación, selección y almacenamiento de acuerdo al tipo de material:

Material	Forma de almacenamiento y presentación para su recolección
Vidrio	Limpio*, triturado y empacado en lonas de acuerdo al color: verde, ámbar y blanco.
Envases de vidrio	Escurridos, secos y empacados en costales de acuerdo al tipo de envase: botella de vino tipo corcho, botella de vino de manzana, botella champañera, etc.
Papel	Limpio y embalado en costales o lonas, clasificado de acuerdo al tipo de papel: archivo, periódico y revista.
Cartón	Limpio y arreglado en forma de láminas debidamente amarradas.
Cartón plegadizo	Limpio y empacado en costales o lonas debidamente amarrados.
Metales	Limpios y empacados en costales o lonas debidamente identificados de acuerdo al tipo de metal y/o aleación: aluminio, cobre, hierro, etc. Las piezas metálicas muy grandes y/o pesadas no requieren empacado.
Plásticos bolsa (película).	Limpio y empacados en bolsas, lonas o costales.
Plásticos rígidos (recipientes)	Limpios y escurridos y empacados en lonas o costales de acuerdo al tipo de plástico: PET (1 polietileno tereftalato), PEAD (2 polietileno de alta densidad), PVC (3 Policloruro de vinilo), PEBD (4 polietileno de baja densidad), PP (5 Polipropileno), PS (6 poliestireno), etc. Este tipo de material puede presentar algún tipo de beneficio como el retiro de etiquetas plásticas adhesivas.
Tetra pack	Láminas limpias de empaques de tetra pack debidamente amarradas.

* Libre de humedad, sustancias, residuos u otros materiales reciclables.

Fuente. MAVDT - BID

- Registro de materiales reciclables en planilla de trabajo, con el fin de evitar la pérdida de materiales.
- Cargue de residuos. El área de carga de la bodega debe estar libre de materiales u obstáculos que dificulten dicha actividad. Durante el desarrollo del cargue de materiales está rotundamente prohibido fumar. El personal operativo realizará la carga y descarga de materiales con el equipo de protección adecuado.
- De acuerdo al volumen de materiales reciclables almacenados en las bodegas municipales, se aplicará un procedimiento técnico que garantice su recolección mediante hojas de programación de rutas.
- El transporte de los materiales embalados se realizará a través de camiones o furgones, adaptados para tal fin, a las plantas de aprovechamiento definidas en el proyecto.
- **Personal y seguridad industrial**

Los requerimientos de personal estarán de acuerdo a la producción de materiales reciclables, que en promedio pueden ser manejados por una o dos personas, que pueden ser recicladores, con dedicación de medio tiempo, contratadas por el municipio, el cual actuará como administrador.

La bodega deberá contar con un extintor de incendios debidamente localizado para atender cualquier emergencia que se presente durante la operación, así como su respectivo botiquín.

Así mismo, los operadores deberán contar con la dotación siguiente: overol, guantes de carnaza, casco, gafas y tapabocas. Y contará con herramientas como: cortador, alicates, destornillador, martillo, segueta, otros.

Los operarios de las bodegas deberán capacitarse en temas como: manejo de residuos sólidos reciclables, seguridad industrial y primeros auxilios.

3.5. APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN

La empresa de aprovechamiento y valorización de residuos plásticos que se plantea en este proyecto, recogerá en las bodegas de cada municipio el material plástico en las condiciones arriba mencionadas, mientras que el resto de los materiales serán comercializados por los municipios de acuerdo con lo dispuesto para cada uno.

En la tabla siguiente se relacionan las características que debe presentar el material reciclable, para contar con procesos más eficientes y rentables

MATERIAL	CARACTERÍSTICAS DE COMPRA	BENEFICIOS EN MANEJO Y COMERCIALIZACIÓN
Plástico	<p>Bolsas plásticas (película)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpias y sin humedad. • Separados por colores y tipos: Transparente, lechosa, etc. • Libre de otros materiales reciclables como papel, bolsas negras, bolsas de celofán. <p>Recipientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Limpios y sin humedad (escurridos). • Separados por tipos: PET, PEAD, PVC, PP, PS, OTRO. • Libre de otros materiales reciclables como envases de vidrio, bolsas, latas, etc. 	<p>Bolsas plásticas (película) y recipientes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menor periodo de almacenamiento por reducción en tiempos de clasificación. • Reducción de costos de servicios públicos. • Mayor volumen a transportar. • Mejores precios de venta.

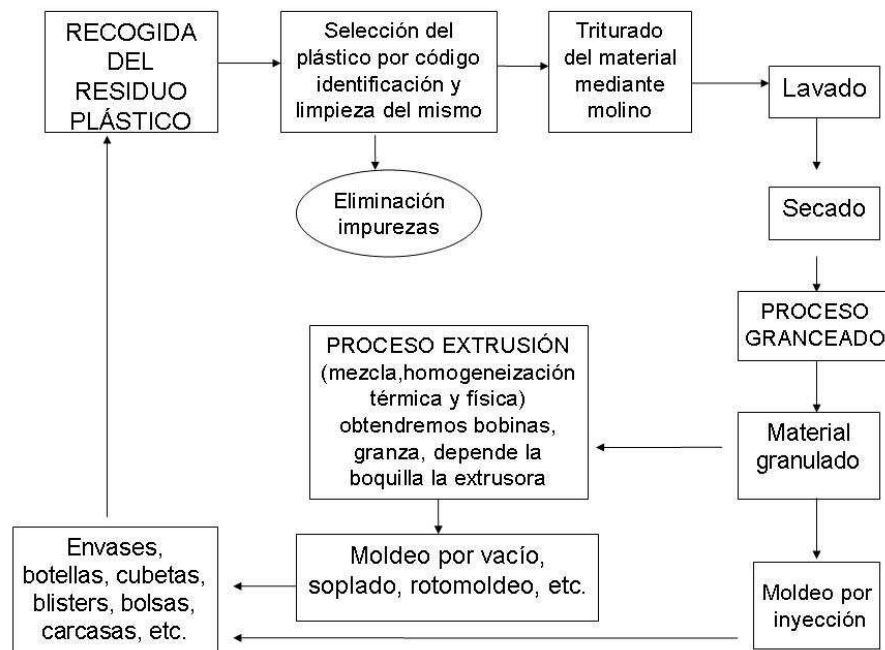


Foto: Material Plástico reciclado mecánicamente. Ecojuven.com

3.5.1. Descripción del Proceso

- Recolección y recepción de materia prima.
- Separación de la materia prima: selección de productos no aptos dentro del proceso y limpieza.
- Triturado del material (molienda de materia prima)
- Siguiendo el proceso de selección, lavado y triturado pasa el aglutinado, que es cuando el polietileno, en películas o capas ya limpias, se introduce a la centrifuga. En esta etapa el plástico se convierte en granos, por efectos del calor y del agua.
- Esta materia prima se introduce en la maquina con su respectivo colorante, donde es derretida y transformada, dependiendo el tipo de maquina: Extrusión y sellado: maquina utilizada para la elaboración de rollos de bolsas plásticas de diferentes calibres y medidas. Inyección: maquina utilizada para la elaboración de una gran variedad de piezas plásticas o sólidas.

- Por último los materiales son impresos con el logotipo de la empresa y demás datos requeridos para identificar su uso, como el caso de los residuos hospitalarios.
- Embalaje, almacenamiento y distribución.



novoplastic-sa.com

3.5.2. Descripción del Proceso Productivo, Basado en la Experiencia de Otras Empresas

3.5.2.1. Recepción de Materia Prima

En este procedimiento se recibe el material por separado de acuerdo al código internacional de reciclaje, en ocasiones se recibe ya procesado como lo muestra la fotografía del numeral 3.5.2.3, ya dispuesto para llevar a la maquinaria.

Existen empresas prestadoras de servicio, las cuales muelen el plástico los descontaminan con detergentes no espumosos y venden el plástico por gránulos para su reutilización, de la cual existen muchas piezas útiles en el mercado, alternativa que pueden considerar los municipios en sus bodegas.



Foto: material reciclado - publico.es

3.5.2.2. Separación de Materia Prima

Luego de la recepción, se efectúa una clasificación de los productos por tipo de plástico y color. Si bien esto puede hacerse manualmente, se han desarrollado tecnologías de clasificación automática, que se están utilizando en países desarrollados. Este proceso se ve facilitado si existe una entrega diferenciada de

este material, lo cual podría hacerse con el apoyo y promoción por parte de los municipios, tal como se planteó anteriormente.



Foto: Separación de materia prima. redkalki.libreopinion.com

3.5.2.3. Molienda de Materia Prima

El material entero, se procede a triturar o peletizar, en la siguiente fotografía se muestra un molino triturador, el cual saca el material particulado dispuesto a ser utilizado en alguna de las máquinas de producción.



Foto: Molino triturador
peletizado



Foto: M.P.

3.5.2.4. Lavado

El material se somete a un lavado con detergentes que no sean espumosos y en su efecto, que no generen residuos líquidos contaminados.



Foto: lavadora de material contaminado, Autor

3.5.2.5. Secado

El material ya lavado es enviado al secador, el cual inyecta aire por la parte inferior del sistema, hasta obtener el material seco, listo para su reutilización.



Foto: secador

3.5.2.6. Aglutinado

Descontaminado y triturado, el material pasa a la centrífuga para ser aglutinado. En esta etapa el plástico se convierte en granos, por efectos del calor y del agua.



Foto: Aglutinador de plásticos -quebarato.com
aglutinado - acambiode.com

Material plástico

3.5.2.7. Transformación

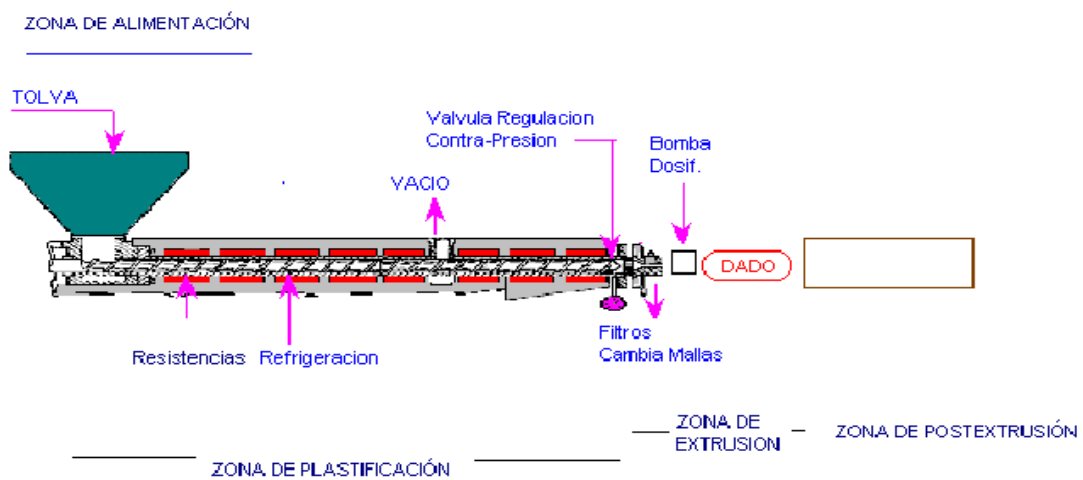
Los granos serán transformados en productos comerciales, a través de dos procesos:

- **Extrusión y Sellado**

Esta máquina es utilizada para la elaboración de rollos de bolsas plásticas de diferentes medidas y calibres. La extrusión es el proceso continuo mediante el

cual se plastifica, transporta y dosifica la masa de polímero fundido a través de una boquilla o molde, donde toma la forma del producto final. En la extrusión, el plástico recibe una nueva forma, después de haber sido fundido completamente.

La gama de productos se extiende desde los semielaborados más simples, como tubos, planchas y láminas, hasta los perfiles más complejos.



Con el uso de aditivos se puede modificar el producto en color, dureza y otras características físicas.



- **Inyección**

Es el proceso cíclico en el cual el polímero se procesa en diferentes etapas que conforman el ciclo de inyección. La conversión se lleva a cabo al plastificar el polímero termoplástico (mediante el suministro de energía proveniente de una fuente de calor y el trabajo mecánico aportado por el husillo) e inyectarlo, hacerlo fluir por medio de alta presión dentro de la cavidad de un molde, donde nuevamente el polímero es llevado al estado sólido (mediante el retiro de energía a través del intercambio con un refrigerante) tomando la forma de la cavidad en que se solidificó.



Foto: Maquina de inyección

El proceso se lleva a cabo en un equipo de inyección, llamado inyectora, maquinaria que consta una tolva de inyección de la materia prima, un tornillo recíprocante que conduce a una boquilla por la cual lleva la resina hacia el molde y una placa móvil en la cual es expulsada la pieza que fue moldeada.

Existen modificaciones o implementaciones para algunos procesos específicos de moldeo por inyección, en los cuales, bien sea por el proceso o por el material, se requieren implementos especiales, tanto en la unidad de plastificación, como en la unidad de moldeo o aún en el mismo molde. Los moldes utilizados dentro del proceso de inyección, varían sus costos de acuerdo a la necesidad del cliente.



Foto: molde de inyección

3.5.2.8. Impresión

- Por ultimo los materiales son impresos por el logotipo de la empresa y demás datos requeridos para identificar su uso, como el caso de los residuos hospitalarios.

3.5.2.9. Embalaje, Almacenamiento y Distribución.



El embalaje, almacenamiento y distribución debe realizarse de acuerdo con las normas técnicas y legales establecidas para el efecto.

3.6. FACTIBILIDAD DE LA EMPRESA DE APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Para efectos del proyecto, denominaremos a la empresa RECIPLAST, verificando al momento de la elaboración de este documento, que en la Cámara de Comercio no estuviese creada, a fin de prevenir problemas con la utilización de este nombre.

RECIPLAST es una empresa cuyo propósito fundamental es el aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos, generados por los centros de consumo de Cota, Chía, Cajicá y Mosquera en la producción y comercialización de bolsas, de diferentes tamaños y calibres (entre ellas de alta densidad) y recipientes que contribuyan al manejo adecuado y disposición final de los residuos hospitalarios.

El proceso productivo consiste en volver a utilizar materiales desechados para que se utilicen como materia prima en la producción o elaboración de otros productos, contribuyendo a la disminución en cantidad de basura que llegan a los botaderos a cielo abierto o rellenos sanitarios.

Estos productos no existen en el mercado, ya que los existentes se derivan de materia prima de primera calidad. Es así como RECIPLAST contribuye a conservar el medio ambiente, traducido en ahorro de energía, minimización en el uso de materias primas y posicionamiento de los municipios a nivel nacional e internacional.

RECIPLAST generará estrategias de mercado buscando competitividad, productividad y buenas utilidades, ofreciendo productos de buena calidad y reutilizables, para consolidar la empresa.

Se ha definido como misión de la empresa la siguiente: "RECIPLAST es una empresa dedicada a la transformación y comercialización de plásticos reciclados, tanto de post-consumo como de post-industria, productora de bolsas de diferente

tamaño y calibre, entre ellas de alta densidad, y de recipientes, de diferentes diseños, para la recolección y adecuada disposición de residuos hospitalarios”.

Así mismo, tiene como Visión: “Consolidarse como una empresa competitiva y líder en el mercado de bolsas y recipientes para residuos hospitalarios, a nivel nacional, propendiendo por la conservación del medio ambiente, a través del aprovechamiento y valorización de residuos plásticos y utilización de tecnología de punta que permita atender satisfactoriamente los nuevos retos y necesidades del mercado, acorde con la normativa vigente”.

3.6.1. Determinación de la Localización de la Empresa RECIPLAST

Para el efecto, se hizo un análisis de las ventajas comparativas de cada municipio, teniendo en cuenta los siguientes factores:

FACTORES	COTA	CHIA	CAJICA	MOSQUERA
SUBJETIVOS 60%	%	%	%	%
Disponibilidad de mano de obra 10%	10	10	10	10
Impacto ambiental 20%	18	18	15	13
Población Beneficiada 10%	10	10	10	10
Actitud de la comunidad 10%	8	7	7	6
Comunicación y Transporte 10%	10	8	8	8
Servicio Comunitario 40%				
* Policía 10%	8	8	8	7
* Bomberos 10%	9	9	9	9
* Hospital 10%	10	10	10	9
* Recreación 10%	5	5	5	5
Total 100%	88	85	82	77

Según el método utilizado y bajo los parámetros que destacan cada sitio opcionado; el mejor lugar de ubicación de la empresa es en Cota, como se observa en el mapa del anexo 1.

3.6.2. Mercadeo de los Productos

El estudio de mercado de la empresa se fundamenta en la oferta de materia prima disponible y la demanda de productos que ofrecerá de acuerdo a la existencia real de clientes y la disposición del recurso por parte de las bodegas construidas en cada municipio, analizando las ventajas y desventajas competitivas de nuestro mercado.

Los productos que se ofrecen son 100% reciclados de los residuos de post-consumo, a partir de la recolección en las bodegas de cada municipio.

No obstante, los residuos post industria serán una alternativa, en caso de escasear la materia prima en las bodegas de los municipios, con la ventaja que éstos son por lo general limpios y no requieren de lavado y descontaminación y se consiguen en grandes cantidades y son vendidos por grandes empresas en caso de escasear la de los centros de reciclaje.

Las bolsas y recipientes ofrecidos a base de las resinas recicladas anteriormente, tienen diferente presentación:

Características de las Bolsas

TAMAÑO	MEDIDAS	CALIBRE
Pequeñas	20" * 30"	00130
Medianas	65cm * 90cm	00140
Grandes	27" * 47"	0150
Hospitalarias	90 cm * 150 cm	0200



Características de los Recipientes

Producto	Nombre	Descripción
	RECOLECTOR DE PUNZOCORTANTES	Capacidad en volumen: 1 Lt Medidas: <ul style="list-style-type: none"> • Largo; 10.0 cm • Ancho: 10.1cm • Alto: 15.5 cm
	RECOLECTOR PARA LÍQUIDOS Y PUNZOCORTANTES	Capacidad en volumen: 1.7 Lt Medidas: <ul style="list-style-type: none"> • Largo; 11.0 cm



RECOLECTOR
DESECHABLE
DE POLIPROPILENO
PARA
PUNZOCORTANTES

- Ancho:
11.0 cm
- Alto: 16.5
cm

Capacidad en
volumen:

0.94 a 2.8 Lt

Medidas:

- Largo; 16.0
cm
- Ancho:
16.0 cm
- Alto: 17.0
cm



RECOLECTOR
DESECHABLE DE
POLIPROPILENO
PARA
PUNZOCORTANTES

Capacidad en
volumen:

3.75 a 4.75 Lt

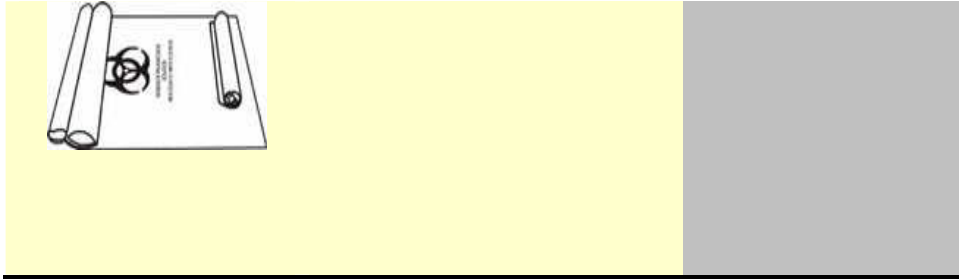
Medidas:

- Largo; 16.0
cm
- Ancho:
16.0 cm
- Alto: 24.2
cm

PLEGABLES DE
ANUNCIO PLASTICOS

Medidas:

Las Requeridas



3.6.3. Comercialización de los Productos

La empresa comercializará bolsas y recipientes plásticos para la recolección de residuos hospitalarios, a nivel mayorista y minorista y se dará a conocer por medio de:

- Anuncios en la prensa
- Anuncios en las paginas amarillas del directorio telefónico
- Pancartas y volantes
- Correo directo
- Correo electrónico

3.6.4. Clientes, Mercado y Demanda

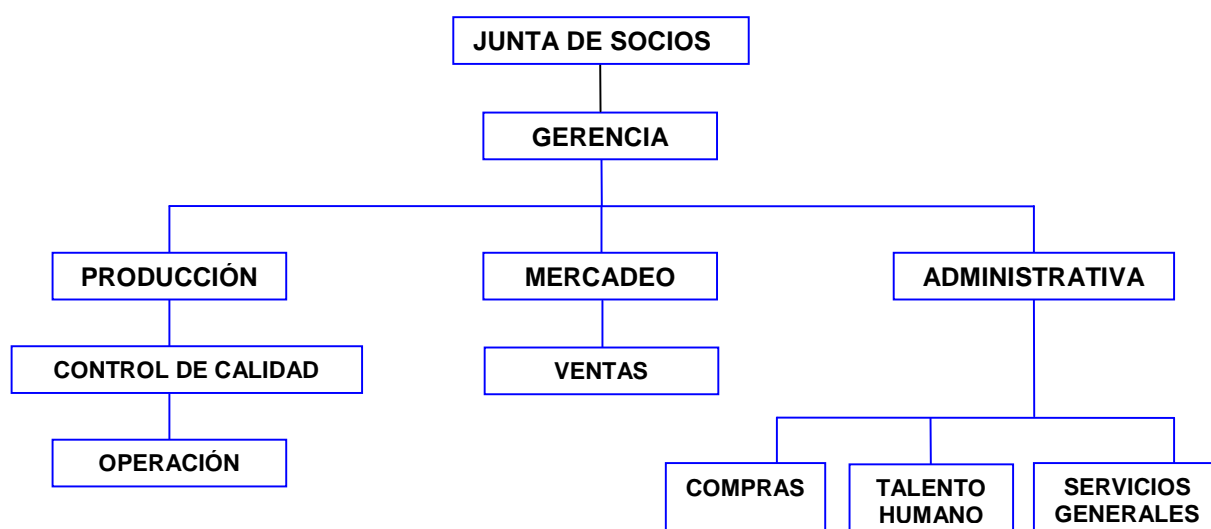
Los plásticos son materiales de uso masivo, los clientes serán comerciantes comunes y en especial los centros hospitalarios de los municipios y de Bogotá.

Además, se piensa vender el producto de polipropileno, polietileno de alta y baja densidad en base o en gránulos, la elaboración de diferentes recipientes y las bolsas de diferente tamaño y densidad, dando una demanda más o menos entre 129.000 y 130.000 bolsas.

La demanda se ve reflejada en el volumen de compra de diferentes comerciantes y la participación de procesos de licitación de los centros hospitalarios.

3.6.5. Organización de la Empresa

Se propone el siguiente esquema organizacional para la empresa RECIPLAST:



3.6.6. Distribución en Planta de la Empresa

Al mencionar la planta física, nos referimos al local donde funcionará el negocio en todo su conjunto. Se busca en esta parte caracterizar, según el tamaño del ente que va a ofrecer los productos y servicios, su situación actual y sus necesidades de adquisición.

En el Anexo 3, se detalla en planta la distribución de la empresa RECIPLAST.

3.6.7. Evaluación Técnico – Económica del Proceso de Reciclaje y Transformación de los Residuos Plásticos

3.6.7.1. Maquinaria Requerida y Precios de la Misma

Todos los servicios y la tecnología seleccionada influyen directamente sobre la cuantía de las inversiones, costos e ingresos del negocio. La cantidad y calidad de los equipos, herramientas y otras inversiones se caracterizan normalmente por el proceso que se lleva a cabo.

Para el caso de RECIPLAST, la inversión la asumirán directamente los socios fundadores, con capital propio, y se adquirirá maquinaria nueva con la siguiente producción:

- **Máquina de Inyección**

La maquina de inyección de 120 g, para la producción de recipientes de diferentes usos, produce 14,4 Kilos/hora, esto por día de trabajo de 8 horas 115,2 Kg/día.

- **Máquina de Extrusión**

La maquina de extrusión y sellado produce 35 Kilos/hora, esto por día de trabajo de 8 horas 280 Kg/día.

- **Selección**

En el proceso de selección para descontaminar, aglutinar y picar se producen 30 Kg/ hora, esto por día de trabajo de 8 horas 240 Kg/día.

La inversión necesaria en maquinaria, para producir un volumen de 16.515 Kg/mes es:

MAQUINARIA	NUEVAS
Maquina peletizadora y Aglutinadora	19.200.000
Maquina de Extrusión	48.000.000
Maquina selladora	24.000.000
Maquina de Inyección	60.000.000
Lavadora	3.600.000
Centrífuga	4.800.000
Secadora	2.400.000
Molino	6.000.000
Báscula	2.400.000
TOTAL	170.400.000

La vida útil de la totalidad de las maquinas, incluida la de inyección y la de extrusión, se estima en 12 años.

3.6.7.2. Ingresos por venta

El ingreso obtenido producto de la fabricación y venta de los 16.515 kilogramos mensuales de producto, a un precio de \$7.920 cada uno, alcanza un valor aproximado de \$130.798.800 por mes y para un total al año de \$1.569.585.600.

3.6.7.3. Egresos

- **Compra de materia prima**

La máquina inyectora cotizada, tiene una producción de 2.995 kg/mes; por lo tanto, el gasto anual en compra de materia prima sería del orden de \$ 3.234.600. Así mismo ocurre con la materia prima para la extrusora, que asciende a una producción de 7.280 Kg, para lo cual se requiere \$7.862.400 y para el proceso de selección o peletización, que produce 6.240 Kg/mes, \$5.241.600, para un total de \$16.338.600 por mes.

MATERIAS PRIMA	Kilogramo	PRECIO
PLASTICO RECICLADO	1	\$840
PIGMENTO (BLANCO O ROJO)	0,04	\$240
SUBTOTAL		\$1.080

- **Sueldos Operarios**

Para operar las maquinarias, se estima que el salario de cuatro operarios, sumando la totalidad de los kilogramos producidos, asciende a \$190.6 por kilogramo producido, lo cual representa un costo de \$3.147.759 por mes y al año de \$37.773.108.

GASTOS DE PERSONAL (OPERARIOS)		\$/Kg
Maquina de Inyección	1 OPERARIO	\$55.2
Maquina de Extrusión	1 OPERARIO	\$55.2
Maquina selladora		
Maquina peletizadora y Aglutinadora	1 OPERARIO	\$55.2
Lavadora		
Centrifuga		
Secadora		
Molino		
Bascula		
AYUDANTE)	1 OPERARIO	\$25.0
SUBTOTAL		\$190.6

- **Sueldos de Administración**

Es necesario generar una estructura administrativa que permita la funcionalidad de la compañía, para lo cual se estima la siguiente, incluyendo sus costos:

Personal	cantidad	sueldo
Gerente General	1	4.650.000
Gerente de Ventas	1	3.100.000
Jefe de Planta	1	3.100.000
Contador	1	1.550.000
Secretaria	1	1.236.900
Mensajero	1	852.500
Servicios Generales	1	852.500
Vendedores	2	4.006.100
TOTAL		19.348.000

Los salarios incluyen la carga prestacional, la cual se calculó en 1.55% de incremento. Igualmente en la estructura se consideraron 2 vendedores, los cuales tendrían un básico de \$400.000.00 y por repartir comisiones por ventas de \$3.206.100

El total de costos administrativos asciende a \$19.348.000, lo que representa al año un total de \$232.176.000.

- **Gastos de Mantenimiento e Insumos de Maquinaria y otros gastos administrativos**

El mantenimiento mensual de este tipo de maquinaria implica: cambio de aceite, cambio de cuchillos de la peletizadora y molino y repuestos varios. El costo mensual debería ser en promedio de \$500.000, es decir, \$6.000.000 al año.

Por otro lado, se consideraron gastos de papelería, útiles de oficina y aseo, entre otros, por \$200.000 mensuales para un total de \$2.400.000 al año; dotación del personal por \$200.000 por mes para un total de \$2.400.000 al año e insumos del proceso productivo es decir, el hilo para amarrar, las bolsas, etc. con una provisión de \$1.090.800 por mes, para un total al año de \$13.089.600.

ADMINISTRACION	\$/Kg
MANO DE OBRA ADMINISTRACION	\$1.175
GASTOS AMINISTRATIVOS	\$720
SUBTOTAL	\$1.895

- **Gastos por Servicios Públicos**

Para el cálculo se consideraron consumos por servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía y telefonía, estimados en \$ 3.567.240 mensuales, es decir, \$42.806.880 al año. Estos valores son aproximados, puesto que no está disponible toda la información necesaria para efectuar un cálculo exacto del consumo de electricidad y agua de las máquinas utilizadas, lo que se ha estimado en \$216/kg producido.

- **Alquiler instalaciones de la Empresa**

Se estima un canon de arrendamiento mensual de \$2.300.000 para un área total de aproximadamente 320 m², donde funcionará la parte administrativa y la parte de producción y almacenamiento de RECIPLAST, para un costo anual de \$27.600.000.

3.6.7.4. Precio del Producto

En cuanto al precio, es el valor en dinero o en especie que un comprador está dispuesto a pagar y un vendedor a recibir, logrando un intercambio que satisfaga plenamente a ambas partes, teniendo en cuenta la calidad de los productos, servicios, su disponibilidad de tiempo, lugar, grado de tecnología necesaria para su fabricación, costo de producción, durabilidad y su presentación.

El precio de venta de los productos de RECIPLAST es de \$7.920 por kilogramo producido de bolsas plásticas, \$9.600 por kilogramo de recipientes y \$2.160 por kilogramo de resinas recicladas.

COSTOS PARA PRODUCIR 1 Kilo DE BOLSAS PLÁSTICAS	
MANO DE OBRA	\$/Kg
DIRECTA	190
INDIRECTA	1.175
MATERIA PRIMA	
DIRECTA	840
INDIRECTA	240
PRODUCCION	
GASTOS DE SERVICIO PRODUCCION	76
AMINISTRACION	
GASTOS AMINISTRATIVOS	720
ALQUILER	
BODEGA	139
SERVICIOS PUBLICOS	216
IMPRESIÓN	1.200
TOTAL	4.796
PRECIO DE VENTA	7.920

3.6.7.5. Flujo Financiero de Caja

En el anexo 4 se presenta el flujo financiero de caja de la empresa RECIPLAST; para su cálculo, se tomaron los ingresos y egresos arriba calculados, repitiéndolos durante los 10 años del proyecto.

Se calcularon entonces los beneficios antes de impuesto, restando los Egresos de Caja de los Ingresos de Caja. A este valor se le descontó un porcentaje por impuestos, asumido en 30%, calculando de esta manera el Beneficio Neto durante cada uno de los 10 años del proyecto.

El valor de la depreciación de la maquinaria se tomó como dato, sin embargo, ya que no tiene valor agregado, se volvió a descontar, obteniendo así el Flujo del Proyecto.

Para pasar el flujo a valor presente, se calculó el factor de valor presente (FVP) con la siguiente fórmula:

$$FVP = \frac{1}{(1+r)^n}$$

Donde r es la tasa de interés anual y n el año del proyecto.

Para definir la tasa de interés anual r, se consultó la página WEB de la Superintendencia Financiera de Colombia, advirtiendo que la tasa de usura del trimestre jul – sep /09 (consumo y ordinario) era muy alta: 27.98%. Por lo anterior, y a manera de ejercicio, se tomó la DTF de agosto 18 de 2009 = 5.13%, más 8 puntos, para una tasa anual de interés del 17.13%.

Multiplicado cada valor por el FVP, se obtuvieron los beneficios del proyecto por año en valor presente, en los que se observa, como es natural, que el año cero presenta pérdidas, por cuanto la inversión inicial es alta; sin embargo, los años subsiguientes reportarían ganancias para RECIPLAST.

Sumados los beneficios anuales, se obtendría un beneficio total del proyecto de \$1.946.1 millones, en valor presente, durante la vida útil del proyecto.

Finalmente, para calcular el beneficio anual equivalente del proyecto, se tomó como factor de costo anual equivalente 0.2157, calculado para los 10 años de vida útil del proyecto y a la misma tasa de interés anual antes referida, con la siguiente fórmula:

$$FCAE = \frac{r \times (1+r)^{n-1}}{(1+r)^n}$$

Al multiplicar los beneficios del proyecto, en valor presente, por este factor, resultó un beneficio total anual equivalente del proyecto de \$419.72 millones, cifra que hace factible y atractivo el negocio.

4. CONCLUSIONES

Con respecto al reciclaje del plástico, se concluye que la actividad tiene ventajas comparativas con el resto de materiales reciclables como su recuperación que es del 100%, tiene larga vida útil, posee gran poder calorífico, se requiere menos consumo de energía para su producción y transformación y el valor de su venta es alto en el mercado.

No obstante, la informalidad de los recicladores y su desconocimiento en el tema, así como la inadecuada identificación de los residuos plásticos, generan dificultades o imposibilitan el proceso, no garantizan la cantidad y continuidad que se requiere de insumo para la producción y generan deficiencias en la calidad de los productos, muchas veces generando riesgos a la salud, por la contaminación con residuos peligrosos. Adicionalmente, su volumen no es directamente proporcional a su peso, lo que genera problemas con el transporte, por los costos asociados.

Hoy en día una empresa dedicada al aprovechamiento y valorización de los residuos plásticos, tal como se demostró en el ejercicio de factibilidad financiera de la empresa RECIPLAST, tiene grandes expectativas de éxito, ya que como se dijo, los productos se venden a buen precio y los egresos no son muy altos, comparativamente.

Así mismo, los precios actuales del petróleo incentivan la actividad del reciclaje debido a que la resina virgen cada día es más costosa. Como complemento, ha

progresado la expedición de la normativa ambiental relacionada con el aprovechamiento y valorización de residuos, lo que hace estable la actividad.

Queda entonces un gran trabajo por adelantar, como por ejemplo en normas que obliguen a los productores a identificar sus productos, de modo que sea imperativo para los productores el uso de los códigos de identificación en envases, recipientes y manufacturas plásticas, que establezcan restricciones a la elaboración de ciertos productos con materiales reciclados, que orienten sobre otros usos que se le puede dar a los materiales reciclados, entre otros.

De igual forma, se hace necesario, que tanto entidades públicas como privadas, en forma articulada, continúen fortaleciendo el gremio (incluyendo el usuario y el servicio público de aseo), brindando apoyo institucional, adelantando programas de capacitación y mejorando las condiciones de los recicladores organizados, para eliminar la informalidad.

Finalmente, es necesario que las empresas involucren el componente ambiental en sus procesos productivos, a través de mecanismos de producción más limpia, término definido por la UNEP (United Nations Environment Programme), como la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios, para reducir los riesgos relevantes a los humanos y al medio ambiente.

En la práctica la aplicación del concepto de producción más limpia, tanto en los sistemas actuales de producción como en los productos y servicios, no significa una “sustitución en sentido estricto por otros diferentes”, sino “mejorarlos continuamente”, bajo el entendido que las nuevas tecnologías serán más limpias. De aquí, que producción limpia se perfila como la meta que será alcanzada con las nuevas inversiones, en tanto que la búsqueda sistemática del mejoramiento continuo, corresponde al concepto de producción más limpia, que obedece a un

proceso dinámico y sistemático, el cual no se aplica una vez, sino permanentemente, en cada una de las fases del ciclo de vida⁷.

En este orden de ideas, es importante tener en cuenta que, como se mencionó en el desarrollo del proyecto, el impacto ambiental de esta producción “es poco significativo”, debido a factores como: la no utilización de combustibles fósiles, bajo consumo de energía eléctrica, poca demanda de agua, muy bajo nivel de emisiones atmosféricas y vertimientos y facilidad de reciclar los residuos sólidos industriales, lo que facilita, por los costos, la implementación de mecanismos de producción más limpia.

⁷ Política Nacional de Producción Más Limpia, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá, 1997

BIBLIOGRAFÍA

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, La Política de Manejo Integral de los Residuos Sólidos, Bogotá, 1997.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Política Nacional de Producción Más Limpia, Bogotá, 1997

ACOPLASTICOS, Manual del Reciclador de Residuos Plásticos. Bogotá, 1999.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Evaluación de las Cadenas del Reciclaje, Bogotá, 2004

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Guías Ambientales, Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y Disposición de Residuos Plásticos Post-consumo, Bogotá, 2004.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN, Metodología General 001 Banco de Proyectos de Inversión Nacional, Anexo 5, Criterios de Inversión, Bogotá, 1993.

UNIÓN TEMPORAL PGIRS-CHIA Y MUNICIPIO DE CHÍA, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos-PGIRS, Bogotá, 2004.

HYDROS MOSQUERA S. EN C.A. E.S.P. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS –Mosquera, 2005.

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE CAJICÁ S.A. E.S.P Y ADMINISTRACIÓN MUNICIPAL DE CAJICÁ, Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS – Cajicá, 2007.

REPÚBLICA DE COLOMBIA, 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, Bogotá, 2002.

REPÚBLICA DE COLOMBIA, Decreto 1140 de 2003, por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones, Bogotá, 2003

REPÚBLICA DE COLOMBIA, Decreto 1505 de 2003 por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones, Bogotá, 2003.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, 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. Bogotá, 2003.

ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de los municipios en el departamento de Cundinamarca

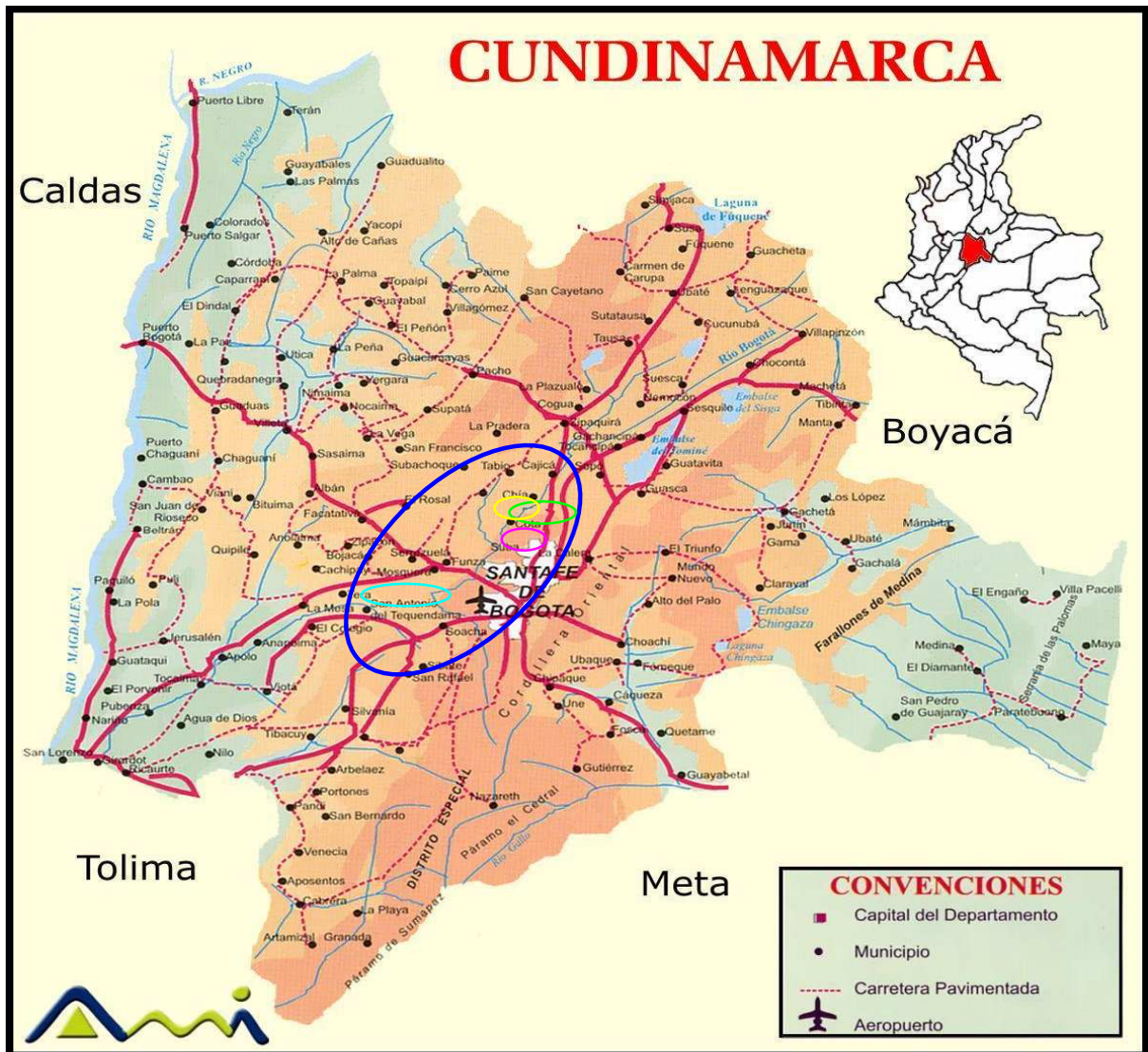
Anexo 2. Los municipios de Cota, Chía, Cajicá y Mosquera en el departamento de Cundinamarca

Anexo 3. Diseño en Planta de las instalaciones de la empresa RECIPLAST

Anexo 4. Flujo Financiero de Caja empresa RECIPLAST

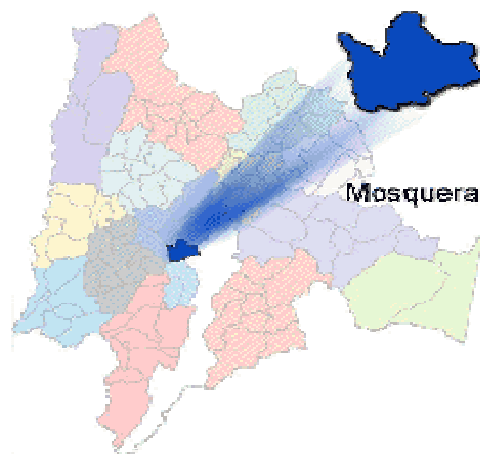
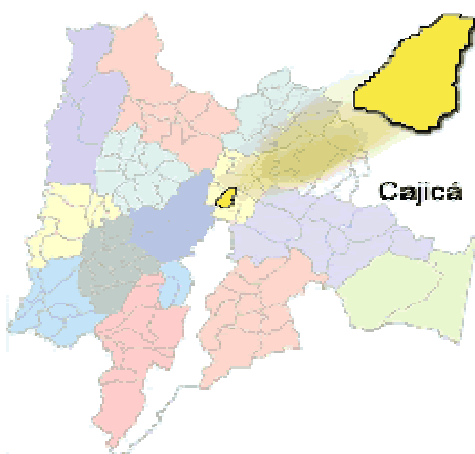
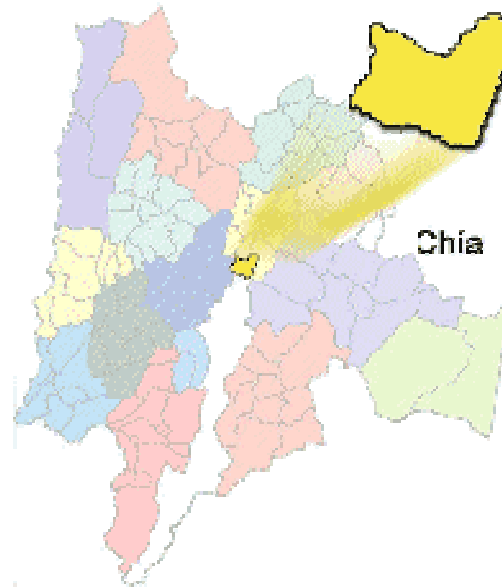
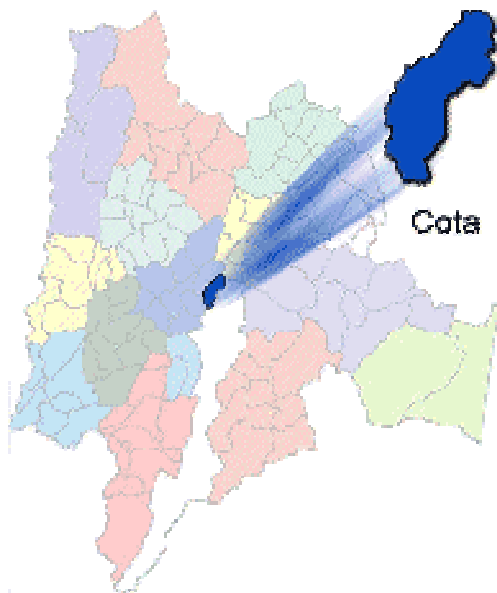
Anexo 1 UBICACIÓN DE LOS MUNICIPIOS EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

Fuente: ami.net.co



Anexo 2 LOS MUNICIPIOS DE COTA, CHÍA, CAJICÁ Y MOSQUERA EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

Fuente: gobnacioncundinamarca.gov.co



Anexo 3 DISEÑO EN PLANTA DE LAS INSTALACIONES DE LA EMPRESA RECIPLAST

