

**INFORME FINAL**

**PASANTÍA: PARTICIPACIÓN EN LA FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS  
SÓLIDOS (PGIRS) EN EL MUNICIPIO DE BOLÍVAR – CAUCA**

**JOHANA ANDREA URBANO CRUZ**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERA AMBIENTAL**

**Director**

**NAPOLEÓN ZAMBRANO A.**

**Mag. Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**POPAYÁN**

**2006**

## RESUMEN

Esta pasantía se realizó con el propósito de servir como un apoyo en la formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en la Cabecera Municipal de Bolívar-Cauca, colaborando en las diversas actividades, entre las que se encuentran la caracterización física de los residuos sólidos domiciliarios y plaza de mercado, como también la realización de una encuesta comunitaria, generando información necesaria para la toma de decisiones en la evaluación de las diferentes alternativas de solución a la problemática relacionada con los residuos sólidos que hoy en día enfrenta el municipio. Por otro lado se realizó un proyecto de educación ambiental enfatizado al manejo de los residuos sólidos dirigido a la comunidad interesada.

Para dar cumplimiento a las actividades propuestas en primer lugar se visitó a la población para su reconocimiento, seguido se implementó la encuesta comunitaria utilizando la metodología explicada en la Guía Para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos<sup>1</sup>, simultáneamente se realizó la caracterización física de los residuos mediante muestreos donde se determinó un número de muestra para cada estrato y así escoger las viviendas a los cuales se les entregó tres bolsas de diferentes colores para depositar los diferentes tipos residuos con el fin de realizar su posterior clasificación según las norma RAS 2000<sup>2</sup> y su respectivo pesaje.

Entre los resultados que se obtuvieron de este trabajo se encuentra la producción per cápita que en este caso fue de 0,29 Kg/hab/día, en cuanto a la producción total de residuos sólidos en toneladas por mes equivalente a 76,37 de los cuales el (65.86%) corresponde a los residuos sólidos fácilmente biodegradables, el (24.31%) equivale a los residuos inorgánicos y el (9,8%) corresponde a los residuos no aprovechables. Por otro lado, con el proyecto de educación ambiental se logró la sensibilización, promoción y capacitación en el manejo de los residuos en la comunidad estudiantil que fue la más interesada

Con estos resultados se concluyó que en la Cabecera Municipal de Bolívar se produce en mayor proporción residuos sólidos fácilmente biodegradables, esto se debe a que la principal actividad económica en el municipio es la agricultura por ende es factible recomendar como una alternativa de manejo para estos residuos la aplicación de procesos como el compostaje y/o lombricultura.

---

<sup>1</sup> Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Guía Para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Municipios Menores de 50.000 Habitantes. Módulo 1: Diagnostico integral de residuos sólidos y análisis brecha.

<sup>2</sup> Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000

## DEDICATORIA

Este trabajo, y todo lo que el comprende, lo dedico a mis padres, quienes me apoyaron durante todo el tiempo que estudié. Además porque son una gran motivación en mi vida.

A mis hermanos, quienes me colaboraron en todo el proceso de este trabajo.

A mis amigos, por brindarme su cariño, su confianza y su apoyo en todo este camino universitario.

## **AGRADECIMIENTOS**

- Ing. Gerardo Alegría. Director Grupo Técnico PGIRS.
- Yanit Papamija. Promotora del PGIRS.
- Ing. Napoleón Zambrano. Director Pasantía.
- Ing. María Elena Castro. Jurado.
- Ecólogo. Wilson Andrés Betancourt. Jurado.
- Richard William Urbano. Fotografía
- Rocío del Pilar Guevara Sandoval.
- Paula Leticia Garcés.
- José Troches Checa.
- Mi familia.

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

Napoleón Zambrano Alfonso

Director

---

María Elena Castro Caicedo

Jurado

---

Wilson Andrés Betancourt Villalobos

Jurado

Fecha de sustentación: Popayán, 24 de Agosto de 2006

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
NOTA DE ACEPTACIÓN.....	vi
INDICE DE TABLAS .....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
1. ANTECEDENTES.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
3. JUSTIFICACIÓN.....	18
4. OBJETIVOS.....	19
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
5. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO.....	20
5.1. UBICACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO. ....	20
5.2. RESEÑA HISTÓRICA DEL MUNICIPIO: .....	21
5.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS: .....	22
6. METODOLOGÍA. ....	23
6.1. IDENTIFICACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS. ....	23
6.2. METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA.....	23
6.3. CARACTERIZACION FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE BOLIVAR.....	24
6.3.1. Caracterización de residuos sólidos para el sector residencial. 24	
6.3.2. Caracterización de residuos sólidos, en la galería municipal.....	28
6.3.3. Caracterización de residuos sólidos, en el barrido de calles.....	28
6.4. EVALUACIÓN EN LOS ASPECTOS GENERALES DEL MÉTODO DE DISPOSICIÓN FINAL CON QUE CUENTA LA CABECERA MUNICIPAL. .....	29
6.5. SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD. ....	29

7. RESULTADOS.....	30
7.1. ACTIVIDADES URBANAS GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS. .....	30
7.1.1. Generadores de residuos en el municipio. ....	30
7.1.2. Análisis de resultados. ....	32
7.2. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL.....	32
7.2.1. Información general .....	32
7.2.2. Información sobre el manejo de los residuos sólidos en las viviendas. ....	34
7.2.3. Información sobre el servicio de aseo.....	35
7.2.4. Disponibilidad y capacidad de pago de los usuarios.....	37
7.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	40
7.3.1. Caracterización física de los residuos sólidos, sector residencial. .....	41
7.3.2. Caracterización física de los residuos sólidos, plaza de mercado.....	46
7.3.3. Producción de residuos sólidos en el barrido de calles.....	47
7.3.4. Cálculo de la producción per cápita de residuos.....	48
7.3.5. Caracterización física de los residuos.....	49
7.3.6. Análisis de resultados para la caracterización de residuos sólidos. .....	52
7.4. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS GENERALES DEL MÉTODO DE DISPOSICIÓN FINAL CON QUE CUNTA LA CABECERA MUNICIPAL. .....	54
7.4.1. Situación del sitio de disposición final. ....	54
7.4.2. Problemas generados por los lixiviados a los recursos agua y suelo. ....	57
7.4.3. Análisis de resultados. ....	58
8. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y DE LA PLAZA DE MERCADO. ....	60
8.1. RESIDUOS RECICLABLES.....	60
8.2. RESIDUOS SÓLIDOS FÁCILMENTE BIODEGRADABLES.....	60
8.2.1. Compostaje.....	61
8.2.2 Lombricultivo.....	68
8.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	71
9. PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL MUNICIPIO DE BOLÍVAR-CAUCA.....	74
9.1. PROYECTO.....	74
9.1.1 Antecedentes .....	74
9.1.2 Planteamiento del problema.....	75
9.1.3 Justificación.....	76
9.1.4 Objetivos .....	77
9.1.5 Metodología.....	77

9.1.6 ¿A quién va dirigido? .....	78
9.1.7 Temario .....	78
9.1.8 Duración del plan de educación .....	80
9.1.9 Presupuesto .....	81
9.1.10 Bibliografía .....	81
9.2. RESULTADOS DEL PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL. ....	82
9.2.1. Cumplimiento de los objetivos.....	82
9.2.2. ¿A quién fue dirigido? .....	82
9.2.3. Resultados y su análisis.....	82
10. CONCLUSIONES. ....	83
11. RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA.....	86
ANEXOS.....	88



## INDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Porcentaje y número de hogares por estrato socioeconómico. ....	25
Tabla 2. Número de viviendas por estrato. ....	26
Tabla 3. Número de edificaciones en el área urbana.....	31
Tabla 4. Tenencia de la vivienda. ....	38
Tabla 5. Pago por concepto de arriendo.....	38
Tabla 6. Pago de servicios públicos.....	38
Tabla 7. Gastos en alimentación de la familia y educación de los hijos.....	39
Tabla 8. Nivel promedio de ingresos mensuales por estratos.....	39
Tabla 9. Disponibilidad y capacidad de pago.....	40
Tabla 10. Resultados obtenidos para el día lunes 6 de junio del 2005; ciclo de 4 días.....	41
Tabla 11. Resultados obtenidos para el día jueves 9 de junio del 2005; ciclo de 3 días.....	43
Tabla 12. Caracterización sector institucional y comercial.....	44
Tabla 13. Caracterización sector residencial, junio/ 06 /2005 (Lunes).....	45
Tabla 14. Caracterización sector residencial, Junio / 09 / 2005 (Jueves). ....	45
Tabla 15. Producción mensual de residuos por tipo de vivienda. ....	48
Tabla 16. Producción total de residuos sólidos generados en el municipio (RSP) .....	49
Tabla 17. Caracterización física de residuos producidos.....	51
Tabla 18. Infraestructura asociada a la educación, zona urbana.....	52
Tabla 19. Evaluación de los aspectos generales del sitio de disposición final del municipio de Bolívar.....	54
Tabla 20. Costos de funcionamiento.....	65
Tabla 21. Costos por pago de servicios.....	65
Tabla 22. Costos por estructuras menores y equipos.....	65
Tabla 23. Costo de insumos y equipos menores.....	66
Tabla 24. Inversiones para el primer año.....	66

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación general del municipio. ....	21
Figura 2. Nivel educativo de la comunidad. ....	33
Figura 3. Número de habitantes por vivienda. ....	33
Figura 4. Actividad económica realizada por la comunidad. ....	34
Figura 5. Cantidad de viviendas que reutilizan por tipo de residuos. ....	35
Figura 6. Viviendas que separan algún tipo de basura. ....	35
Figura 7. Calidad del servicio de aseo en la cabecera municipal. ....	36
Figura 8. Presentación de la basura en las viviendas. ....	36
Figura 9. Disponibilidad para separar los residuos en la fuente. ....	37
Figura 10. Composición porcentual (mes) de residuos sólidos, Municipio de Bolívar. ....	53
Figura 11. Clasificación y pesaje de los residuos. ....	93
Figura 12. Galería Municipal de Bolívar. ....	93
Figura 13. Situación que en este momento se vive en el sitio de disposición final del municipio. ....	94
Figura 14. Caso de manejo de residuos orgánicos a través del compostaje en el Municipio de Silvia Cauca. ....	95
Figura 15. Implementación del proyecto de educación ambiental en el Colegio Marco Fidel Suárez. ....	95
Figura 16. Ubicación del Botadero en el municipio de Bolívar. ....	96
Figura 17. Acercamiento de la ubicación del botadero de basura. ....	97

## 1. ANTECEDENTES.

Los problemas con la disposición de desechos sólidos pueden ser encontrados desde el tiempo en que los seres humanos empezaron a congregarse en tribus, poblaciones y comunidades, la acumulación de desechos se convirtió en una consecuencia de la vida. La dispersión de alimentos y otros desechos sólidos en ciudades medioevales, la práctica de botar desechos en calles sin pavimentar, carreteras y terrenos desocupados condujo a procreación de ratas, con su compañía de pulgas acarreando gérmenes de enfermedades, y la erupción epidémica de la peste. La falta de planes para el manejo de los desechos sólidos condujo a la epidemia de peste, la Muerte Negra, que mató a la mitad de los europeos en el siglo catorce y ocasionó muchas epidemias subsiguientes y un elevado tributo de muertes. No fue sino hasta el siglo diez y nueve que las medidas de control de salud pública se convirtieron en una consideración vital de los funcionarios públicos, quienes empezaron a darse cuenta de que los desechos de alimentos se debían recolectar y disponer en forma sanitaria para controlar vectores de enfermedades<sup>3</sup>.

En la actualidad las dificultades asociadas con el manejo de desechos sólidos que se vivencia en el mundo son complejas debido a la cantidad y naturaleza diferente de los desechos, el desarrollo irregular de grandes áreas urbanas y los impactos de la tecnología. Este último se considera uno de las principales causas del incremento indiscriminado de los residuos sólidos puesto que las sociedades consumen productos fabricados, estos aumentan con los avances tecnológicos modernos en empaquetado de bienes, ya que aumenta el uso de plásticos y alimentos congelados. Esto acompañado con la exagerada publicidad de los productos en los medios masivos de comunicación generando que en la sociedad se promueva una cultura consumista.

En Colombia esta situación no es diferente, los problemas asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos se han acentuado en los últimos años, debido al incremento de los centros urbanos, mayores ofertas de los bienes de consumo; lo cual conlleva a una mayor generación de residuos tanto en cantidad como en composición; estos hechos contribuyen significativamente al deterioro de la salud pública e incrementa la contaminación del aire, el agua y los suelos.

En el país se estima que en promedio se pueden estar produciendo 0,8 Kg de basura por habitante en un día lo que equivaldría aproximadamente a un poco más de 78.600 metros cúbicos de basura al día, los cuales no cuentan con una disposición final adecuada, de acuerdo a la información reportada por la Comisión Reguladora de Agua Potable CRA "En Colombia el 43 % de las 1065

---

<sup>3</sup> TCHOBANOGLOUS George, Gestión Integral de residuos Sólidos.

cabeceras municipales no tiene servicio de aseo y el 34% tiene algún tipo de organización municipal para este servicio. En el 23% restante, el servicio es prestado directamente por los Municipios, los cuales en ocasiones no cuentan con un presupuesto suficiente ni con equipamiento adecuado. Es importante anotar que aproximadamente el 68% de los residuos recolectados en el país no son dispuestos de manera segura”

De hecho en el departamento del Cauca se verifican los anteriores reportes en la mayoría de sus Municipios, un ejemplo en particular es el Municipio de Bolívar, lugar de ejecución de este trabajo, donde la administración ha implementado un sistema de recolección de basuras donde se cuenta con un botadero a cielo abierto cuya vida útil está por terminar y donde los residuos recolectados no tienen una disposición final adecuada.

Este sitio de disposición final se diseñó el año de 1990, del cual se conoce que las especificaciones técnicas fueron adecuadas y su disposición final se operaba tal como se proponía en los diseños respectivos, pero con el paso de los años y el cambio de las administraciones municipales, se fue perdiendo el manejo adecuado del relleno pasando a ser un botadero mal manejado que es el caso que se presenta hoy en día.

Por tal razón fue necesario formular un plan de gestión integral de residuos sólidos (P6IRS) para el municipio como lo dicta el Decreto 1713 del 2002<sup>4</sup>, del cual se hizo parte para desarrollar este trabajo cuyo principal objetivo fue generar información cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercado necesaria para desarrollar el Diagnóstico técnico y operativo para formular el PGIRS.

Para lograr dicho objetivo se tomo como un antecedente de este trabajo y lo cual sirvió como referencia, un estudio hecho en el distrito de Santa Anita en la Provincia de Lima Perú que tiene como objetivo generar información cualitativa y cuantitativa de los residuos sólidos domiciliarios para mejorar el manejo y la gestión de los residuos sólidos. En cuya metodología comprende un análisis de distribución de la población, determinación de un número de muestra, cálculo de la producción per cápita y la densidad y análisis de la composición física de los residuos sólidos, metodología recomendada por el Centro Panamericano de Salud Ambiental (CEPIS)<sup>5</sup>.

El alcance de este trabajo es establecer el estado del manejo de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Bolívar determinado la cantidad de residuos sólidos producidos, posteriormente desarrollando su caracterización física para determinar las proporciones de los residuos fácilmente

---

<sup>4</sup> República de Colombia. Decreto 1713 de 2002, Sobre la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos.

<sup>5</sup> Kunitoshi, Sakurai. Método sencillo del análisis de Residuos Sólidos .Lima C.E.P.I.S. 2004. Segunda versión.

biodegradables, inorgánicos y no aprovechables para así hacer las recomendaciones pertinentes para aplicar alguna alternativa de solución, por otro lado, se debe hacer el análisis del estado del sitio de disposición donde finalmente llegan estos residuos y por último socializar con la comunidad los resultados y dar a conocer las alternativas de solución.

Una de las dificultades que se encontró en el desarrollo de la caracterización de los residuos fue el olvido de algunos habitantes de recoger la basura en las bolsas o la distribución de las basuras en las respectivas bolsas, En cuanto a las encuestas, mucha gente no daba toda la información.

Para lograr el alcance de este trabajo se adelantó el siguiente proceso: En primer lugar se reconoció el municipio mediante visitas y revisando el PBOT de Bolívar, posteriormente se realizó una encuesta comunitaria como lo sugiere la Guía para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para Municipios Menores de 50.000 habitantes, en conjunto con la encuesta se hizo la caracterización física de los residuos sólidos determinando el número de muestras como lo indica la CEPIS, posteriormente se escogieron las viviendas a muestrear a las cuales se les entregó tres bolsas, (bolsa amarilla para residuos provenientes del baño y del barrido de las calles, verde para la materia orgánica y residuos de jardinería y negra para los residuos reciclables), luego se realiza el respectivo pesaje por estrato, por bolsa y por tipo de elemento como lo dicta las normas RAS; en cuanto al estado del sitio de disposición final se hizo mediante visitas y reportes de la comunidad. Después se hizo un análisis de viabilidad financiera de algunas alternativas de solución y finalmente se realizó un temario de educación ambiental relacionado con los residuos sólidos y con los resultados obtenidos de este trabajo para darlo a conocer a la comunidad.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

De forma general, el ciclo de los residuos sólidos comienza con su generación y acumulación temporal, continuando con su recolección, transporte y/o transferencia y termina con la disposición final de los mismos. Es a partir de esta acumulación cuando comienzan los verdaderos problemas ecológicos, ya que los sitios de disposición final se convierten en focos permanentes de contaminación, si no son manejados técnicamente.

Por tanto los desechos sólidos municipales de no ser apropiadamente manejados por el municipio pueden convertirse en un problema de salud pública y una fuente de contaminación ambiental.

Los impactos sobre la salud pública se deben a la presencia de desechos infecciosos contaminados como excrementos animales y humanos, secreciones, etc; a presencia de sustancias tóxicas, sustancias cancerígenas de origen agrícola insecticidas, rodenticidas, disolventes, pinturas gastadas, drogas vencidas, etc. y la posibilidad de que los desechos mismos sirvan para la reproducción de insectos y animales transmisores de enfermedades como moscas, mosquitos y ratas.

Las moscas se reproducen en grandes cantidades en desechos orgánicos sólidos y semisólidos teniendo un ciclo de vida en la materia orgánica de los residuos, desde el huevo hasta adultos, de cerca de una semana. Estas moscas a su vez son un gran trasmisor de enfermedades pues son atraídas indiscriminadamente por los excrementos y comida humana contaminándose y contaminado. Existen reportes de transmisión de enfermedades por moscas como la disenteria vacilar y amibiana y otras diarreas humanas.

Los mosquitos por su parte se reproducen usando recipientes vacíos presentes en los residuos sólidos donde se acumula el agua, como llantas usadas, latas, frascos de vidrio entre otras, para depositar sus huevos y servir de receptáculos para el crecimiento de la larva. Una vez en forma adulta los mosquitos transmiten potencialmente enfermedades como la filaríais, la fiebre amarilla, el dengue y la malaria.

Por su parte las ratas igualmente proliferan con la mala disposición de los desechos sólidos municipales pues se alimentan de ellos y son un gran reservorio de enfermedades como la plaga, el tifo murino, la leptospirosis, la histoplasmosis, la salmonellosis, la triquinosis, entre otras, que se transmiten al hombre por contacto directo o indirecto a través de mosquitos o otras rutas.

Los impactos sobre la seguridad personal están relacionados directamente con las personas involucradas con el reciclaje, tales como contusiones, cortadas, pinchazos, quemaduras por residuos irritantes, afecciones respiratorias por el polvo y otras emanaciones, entre otras<sup>6</sup>.

Entre los problemas asociados a la contaminación ambiental se encuentran los siguientes:

**Contaminación del aire:** Este se debe principalmente a olores desagradables que se pueden generar cuando los desechos no son manejados apropiadamente, olores generados por las emanaciones de sustancias tóxicas volátiles procedentes del uso doméstico (pinturas usadas, disolventes entre otras), y finalmente a la posibilidad de tener quemas que aportan humos y vapores tóxicos al aire.

**La contaminación de aguas superficiales:** La contaminación de ríos, quebradas, lagos, embalses, por los desechos sólidos está ligada en unos casos a la práctica frecuente de botar las basuras directamente a estos cuerpos de agua.

Esta práctica además del deplorable espectáculo visual que se genera, también conlleva a que la materia orgánica de los residuos sólidos se descomponga en el agua consumiendo el poco oxígeno allí presente, cuando el oxígeno empieza a escasear toda la vida animal que existe se asfixiará y morirá generando un problema ecológico muy grave.

Otra forma de contaminación de las fuentes de agua se debe al manejo inadecuado de los rellenos sanitarios que generan el denominado *lixiviado* que es el líquido que se escurre de la basura por su descomposición natural y por su contacto con la lluvia generando la disminución del oxígeno, incrementando la DQO y por ende reduciendo la DBO, aumentando la concentración de metales pesados e incrementando la posible presencia de microorganismos patógenos; todo esto conlleva a la muerte de los animales que allí viven, generando un problema ecológico.

**Contaminación visual:** La disposición inapropiada de los desechos sólidos es un problema estético, de degradación ambiental, y que pueden tener consecuencias económicas debido a la disminución del turismo y la desvalorización de los terrenos afectados entre otras. Estos efectos a su vez se reflejan en el bienestar de los habitantes, su nivel de ingreso y las posibilidades de desarrollo de la región.

En cuanto a los problemas culturales que se presentan en el entorno del manejo de los residuos sólidos se tiene que la sociedad se encuentra sujeta a una cultura consumista donde la población no ha sido consciente del impacto

---

<sup>6</sup> Universidad de los Andes, Ministerio del Medio Ambiente. Manejo Integral De los Residuos sólidos Municipales, Colección Saberlo Hacer.

positivo que una cultura de reuso, iniciada desde una buena separación en la fuente, puede tener para mejorar su calidad de vida y contribuir a un ambiente sano. Otro aspecto a tener en cuenta es la poca implementación de la educación ambiental desde escuelas, colegios y comunidad en general.

Por otra parte es importante considerar que las Administraciones Municipales prestan poca atención a los problemas asociados a los residuos sólidos puesto que los consideran de menor importancia en comparación con otros temas, retardando así las actividades encaminadas a generar alternativas de solución o dejando incompletos los procesos que se siguen para llegar a diferentes acuerdos de solución.

Por último, otra de las problemáticas que se puede presentar debido al inapropiado manejo de los desechos sólidos municipales es que comprometa al municipio frente a la normatividad, y genere inconformidad en las comunidades aledañas.



### 3. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, en Colombia se ha dado una mayor importancia a la problemática asociada al manejo inadecuado de residuos sólidos, ya que contribuyen significativamente al deterioro de la salud pública e incrementa la contaminación del aire, agua y suelo. Por tal razón las autoridades locales han incorporado, con menor o mayor rapidez pero de forma general, la dimensión ambiental en sus planes de desarrollo y demandan los proyectos necesarios para una gestión ambiental sostenible, además que en los últimos años ha surgido una nueva generación de alcaldes que asumen el liderazgo de la gestión local.

A los municipios a través de las alcaldías les corresponde ejecutar obras para el saneamiento básico y el manejo integrado de residuos sólidos, así como el cumplimiento de las políticas ambientales, tales como la ley 142/94 que establece la forma como el estado debe intervenir en relación con los servicios públicos domiciliarios, por otra parte la ley 99 de 1993 le asigna responsabilidades en la elaboración de proyectos de descontaminación de corrientes, y programas de eliminación, reciclaje y disposición de residuos sólidos.

En el caso del Municipio de Bolívar y generalmente en el departamento del Cauca el manejo de los residuos sólidos es deficiente y es uno de los principales problemas que aqueja a los municipios en Colombia ya que tiene un efecto directo a la salud de la población, y al medio ambiente. El manejo eficiente de los residuos sólidos aumenta la calidad de vida de la población y es un indicador de desarrollo puesto que una localidad libre de basuras se refleja en el bienestar de los habitantes, su nivel de ingreso y las posibilidades de desarrollo de la región.

Por tal razón, el Municipio de Bolívar, hoy día, requiere de información cualitativa y cuantitativa de la producción de sus residuos. Con estos datos se facilita la implementación de alternativas para el manejo de los residuos, las cuales puedan llegar a favorecer la disminución del volumen de desechos que finalmente se dispongan. Cabe resaltar que los beneficios para el ambiente se encuentran inmersos en la adopción de alternativas tales como el reciclaje, compostaje y/o lombricultivo.

El presente trabajo pretende recoger información necesaria para determinar la situación en que se encuentra el sistema de manejo de los residuos sólidos, de tal manera que sirva de herramienta fundamental en la toma de decisiones en lo que se refiere a dar soluciones efectivas al problema de los residuos sólidos en la cabecera municipal de Bolívar.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. OBJETIVO GENERAL

- Participar en diversas acciones tendientes a formular el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS en la Cabecera Municipal de Bolívar, Departamento del Cauca.

### 4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar en la cabecera del Municipio de Bolívar, el conjunto de actividades urbanas que sean focos generadores de Residuos Sólidos.
- Efectuar encuestas comunitarias a los diferentes usuarios del servicio de aseo.
- Realizar la caracterización física de los residuos sólidos generados en los domicilios y en la plaza de mercado.
- Evaluar en los aspectos generales el método de disposición final con que cuenta la cabecera municipal.
- Hacer recomendaciones del caso para el manejo de los residuos sólidos domiciliarios y de la plaza de mercado en la cabecera municipal.
- Elaborar un proyecto de educación ambiental en cual se socialice con la comunidad los aspectos concernientes al manejo integral de residuos sólidos y los resultados del presente trabajo.

## 5. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO.

Para la formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS es necesario conocer las generalidades del municipio tales como su ubicación, reseña histórica, principales actividades económicas y población, para así tener algunas bases antes de llegar a la comunidad y obtener información que puede ser útil.

### 5.1. UBICACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO.

El Municipio de Bolívar se encuentra ubicado al sur del Departamento del Cauca, en el macizo colombiano a 97 Kms de la capital del Departamento.<sup>7</sup>

- Localización con coordenadas:

2°10', 13 y 1°38' 38" de latitud Norte y 76°48',33" y 77° 01', 11" de longitud Oeste.

- Límites geográficos:

Norte: Municipio de Patía, Sucre

Sur: San Pablo y La Cruz Nariño, Florencia

Occidente: Municipio de Mercaderes.

Oriente: Municipios de La Vega, Almaguer, San Sebastián y Santa Rosa.

- Extensión:

Área urbana: 23.8 Has

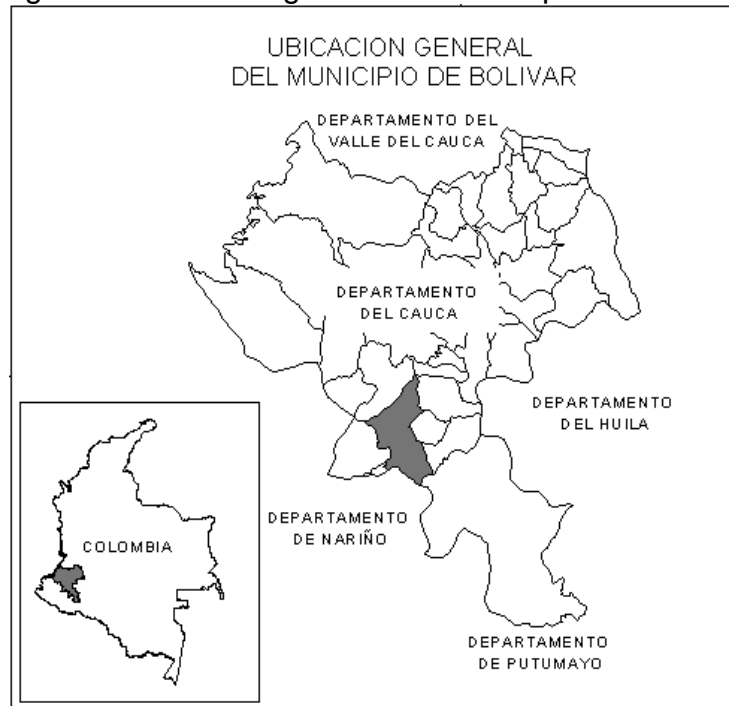
Área Rural: 712.8 Km<sup>2</sup>

---

<sup>7</sup> Plan Básico de Ordenamiento Territorial Bolívar - PBOT-2.002

En la siguiente figura se representa la ubicación general del municipio de Bolívar.

Figura 1. Ubicación general del municipio.



## 5.2. RESEÑA HISTÓRICA DEL MUNICIPIO:

Bolívar se fundó en el año de 1793 por el Presbítero Domingo Belisario Gómez, con el nombre de El Trapiche, por ser un centro productor de panela; resaltando que este territorio perteneció a lo que se denominaba oficialmente "La ciudad y jurisdicción de Almaguer en la Gobernación de Popayán del Nuevo Reino de Granada". Bolívar ocupa un lugar preponderante en la historia Colombiana reconocida en el Sesquicentenario de la Campaña Libertadora del Sur, donde el Congreso de Colombia decreta: "Reconócese a la ciudad de Bolívar, Departamento del Cauca como Cuartel General de los Ejércitos Libertadores en la Campaña del Sur en 1.822".

La historia permite entender que Bolívar desde sus inicios ha llevado cierto liderazgo regional, que ha sido posible gracias a la participación activa de todos los actores sociales de ese momento, que estaban fielmente comprometidos a una causa, con visión integral de futuro en los aspectos social, académico, cultural, político, etc.

Otro hito importante en la historia del Municipio de Bolívar, que certifica la continuidad del liderazgo regional, es cuando al Departamento del Cauca lo dividen en 8 provincias, una de ellas es la Provincia de Caldas que a su vez se subdivide en 6 distritos: Almaguer, La Vega, San Sebastián, Mercaderes, Santa Rosa y Bolívar Capital de la Provincia de Caldas por más de 50 años.

Otro de los períodos trascendentales en la historia del municipio, fue la década de los 70 que se caracterizó por los profundos cambios socioculturales, ligados a la aparición de los Cultivos ilícitos o “bonanza coquera”, que alteró todos los escenarios relacionados con un desarrollo sostenible, produciendo cambios estructurales en la familia, economías deprimidas, pobreza, violencia, delincuencia, pérdida de identidad y pertenencia hacia el municipio.

Indudablemente que para desarrollar un diagnóstico integral, de esa realidad municipal que permita cuantificarla y cualificarla, en cuanto al subsistema social se refiere, es necesario resaltar el proceso histórico, debido a que una visión de futuro se debe partir necesariamente de las potencialidades del pasado. Entre las potencialidades genéricas a tener en cuenta son:

- El Municipio y la región han jugado un papel histórico de gran importancia en el desarrollo de la Nación.
- El liderazgo que ha caracterizado al Municipio de Bolívar en las últimas décadas ha venido perdiendo dinamismo.

En cuanto a la prestación del servicio de aseo, se ha mantenido de hace 16 años, en donde se ha contado con un botadero que inicialmente se operó técnicamente, pero que en el transcurrir de los años se perdió el control de éste y en la actualidad presenta dificultades de manejo ambiental, generando inconformidad por algunos sectores de la población del Municipio; en cuanto al almacenamiento, presentación, recolección y transporte de las basuras ha sido y sigue siendo bueno durante estos años; en donde el Municipio siempre ha estado asumiendo la prestación del servicio mediante una unidad de servicios Públicos que no cumple con la normatividad exigida por las autoridades supervisoras de estos servicios(CRA).

### 5.3. PRINCIPALES ACTIVIDADES ECONÓMICAS:

Entre las principales actividades económicas se encuentran la agricultura, la minería y el comercio de los cuales se obtienen los productos principales siguientes:

- **Agrícola:** café, caña, plátano, mora, maíz, tomate.
- **Pecuaría:** ganado, peces, gallinas, cerdos, cuyes.
- **Minera:** arena, oro, piedra.
- **Forestal:** maderables.
- **Comercio:** en promedio genera un empleo directo por establecimiento, por lo general la mano de obra es familiar.

## 6. METODOLOGÍA.

Con el fin de desarrollar los objetivos propuestos se establecen las siguientes actividades:

### 6.1. IDENTIFICACIÓN DE GENERADORES DE RESIDUOS.

Para reconocer los puntos generadores de residuos sólidos en la cabecera municipal se realizó una serie de visitas en donde se pudo identificar las costumbres de la comunidad, así como también las principales actividades económicas y otros aspectos relacionados con el manejo de los residuos sólidos.

De este modo se pudo identificar los diferentes focos de generación de residuos sólidos puesto que las principales actividades económicas en el municipio son la agricultura, el comercio y la prestación de servicios de donde provienen la mayoría de dichos residuos.

Por ende, en donde se presenta el intercambio de los diferentes productos y servicios es donde se muestra la mayor producción de residuos sólidos que en este caso son el sector comercial, institucional, plaza de mercado y el sector residencial donde finalmente se van acumular diferentes clases de desechos.

Para realizar este trabajo se analizarán los resultados correspondientes al sector residencial y la plaza de mercado.

### 6.2. METODOLOGÍA DE LA ENCUESTA.

La encuesta se realiza con el objetivo de recoger información apreciable como la siguiente:

- Aspectos socioeconómicos de la comunidad.
- Hábitos comunitarios en relación con la producción, almacenamiento, aprovechamiento y presentación de los residuos sólidos en las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales.
- Hábitos comunitarios en relación con el barrido y aseo de vías y espacios públicos<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> Guía Para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Municipios Menores de 50.000 Habitantes. Módulo 1: Diagnostico integral de residuos sólidos y análisis brecha.

Toda esta información es valiosa a la hora de planificar el PGIRS, es por eso que para garantizar una buena recolección de datos se distribuyeron los encuestadores entre:

- Viviendas
- Locales comerciales e institucionales

Para efectos de este trabajo se tomaron 50 viviendas puesto que según la guía metodológica facilitada en los talleres de capacitación<sup>9</sup>, el número de viviendas a encuestar se debe hacer de la siguiente forma:

Una de cada 40 viviendas, seleccionadas al azar. Si el número de viviendas a encuestar es menor que 50, complete hasta el número 50, es decir, si la localidad tiene menos de dos mil viviendas, tome cincuenta de ellas para la muestra, como se presenta en el caso de Bolívar.

Una vez obtenido el número de encuestas se procedió a visitar las viviendas teniendo en cuenta que su elección se haga bien distribuida en los diferentes barrios para así lograr obtener información sobre la cobertura y conformidad del servicio de aseo en los distintos estratos de la cabecera municipal.

Antes de realizar la encuesta se hizo una breve explicación a cada residencia del porque y los beneficios de la encuesta para obtener mayor colaboración por parte de los habitantes.

### 6.3. CARACTERIZACION FÍSICA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL DE BOLIVAR.

Para la caracterización de residuos sólidos se dividió el muestreo en los siguientes sectores:

- Sector Institucional y Comercial.
- Sector Residencial.
- Galería Municipal

En las actividades programadas en esta pasantía se encuentran la caracterización del sector residencial y la galería municipal.

6.3.1. Caracterización de residuos sólidos para el sector residencial. Para realizar la caracterización de los residuos sólidos es necesario conocer la estratificación del municipio para determinar el número de muestras por estrato socioeconómico, en el caso de Bolívar, el sector residencial se establecen tres niveles de estrato, desde el uno hasta el tres, siendo este último el menos poblado como se indica en la tabla 1.

---

<sup>9</sup> lbit.

En la siguiente tabla se muestra la estratificación del municipio.

Tabla 1. Porcentaje y número de hogares por estrato socioeconómico.

Estrato	Número de hogares	%
Estrato 1	520	36,39
Estrato 2	718	50,24
Estrato 3	191	13,37
TOTAL	1429	100

- Determinación de número de muestra.

Para el sector residencial, la determinación del número de muestras que reflejen un alto grado de confiabilidad y reducido porcentaje de error se obtuvo a través de la siguiente fórmula estadística<sup>10</sup>:

$$n = \frac{Z^2 \times N \times \delta^2}{(N-1) \times E^2 + Z^2 \times \delta^2}$$

$\delta^2$  = Desviación estándar de la generación de basura (0.2) “Cuando una población es más homogénea la varianza es menor y el número de muestras necesarias para construir un modelo reducido del universo, o de la población, será más pequeño. Generalmente es un valor desconocido y hay que estimarlo a partir de datos de estudios previos. En Colombia se estima que debe estar entre 0.04 y 0.25 Kg. /hab. /día”.<sup>11</sup>

E = Error permisible (5.6%)

N = Total de viviendas (1429)

Z = 1.96, Grado de Confianza de 95 %.

$$N = \frac{(1,96)^2 \times 1429 \times (0,2)^2}{1428 \times (0,056)^2 \div (1,96)^2 \times (0,2)^2} = 47,41 \text{ Muestras}$$

Se recomienda aumentar en 5%-10% del tamaño de la muestra, cuando en la operación algunas viviendas no colaboren en la entrega de bolsas de residuos y/o porque se tiene que eliminar observaciones sospechosas.

$$n = (N \times 5\%) \div N$$

$$n = (47,41 \times 0,05) \div 47,41$$

$$n = 49,78$$

$n \approx 50$  Viviendas a muestrear.

<sup>10</sup> Kunitoshi, Sakurai. Método sencillo del análisis de Residuos Sólidos .Lima C.E.P.I.S. 2004. Segunda versión.

<sup>11</sup> Ibíd.



Considerando la división de la cabecera municipal por estratos, se plantea trabajar con muestreo estratificado por asignación proporcional; este método asegura que cada unidad muestral o vivienda de un estrato tenga la probabilidad de ser seleccionada.

El cálculo para obtener el número de viviendas por estrato se hace de la siguiente manera:

$$NE = n \times \% \text{ Vivienda por estrato}$$

$$NE = 50 \times 36,39\%$$

$$NE = 18,195$$

$$NE \approx 18 \text{ Hogares.}$$

Para los otros datos se hace el mismo procedimiento que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Número de viviendas por estrato.

Estrato	Total de Hogares	% hogares	Muestra Proporcional	Muestra (redondeada)
Estrato 1	520	36,39	18,195	18
Estrato 2	718	50,24	25,12	25
Estrato 3	191	13,37	6,68	7
TOTAL	1429	100	49,995	50

- Caracterización física de los residuos, sector residencial.

Para la caracterización física de los residuos se siguieron los siguientes pasos:

1. Se hizo una visita al municipio para el reconocimiento del entorno y hacer las observaciones generales.
2. Se escogieron por estratos las viviendas a muestrear.
3. Se realizaron visitas a cada residencia para en primer lugar registrar el número de habitantes fijos y flotantes. En segundo lugar y de mayor importancia, fue darle a los habitantes de cada residencia una breve charla explicativa del proceso PGIRS y los resultados que se intentaban obtener con su participación activa desempeñando la separación de los residuos que generan a diario.
4. A cada vivienda se le hizo entrega de tres bolsas de diferentes colores para la posterior clasificación de los residuos.

Estas bolsas se clasificarán de la siguiente manera:

-Bolsa Amarilla: Residuos provenientes del baño y residuos provenientes del barrido de la casa.

-Bolsa Verde: Materia orgánica

-Bolsa Negra: Residuos reciclables (cartón, papel, plástico, vidrio entre otros)

5. En los días programados para recoger las bolsas se les colocó una etiqueta con el estrato y la dirección de la residencia.
6. Una vez obtenidas todas las bolsas se las llevó hasta el botadero de basura donde se realizó el debido pesaje y posterior registro.

El primer muestreo se llevó a cabo el día lunes 6 de junio de 2005, día en que se da la recolección de basuras por parte del municipio, para lograr este fin se contrato una camioneta para hacer el recorrido por los sectores y recoger las bolsas que fueron entregadas con anterioridad, estas se rotularon con la dirección y el estrato de la residencia con forme se planteaba en la planilla de campo.

Una vez obtenidas todas las bolsas se llevaron hasta el botadero de basura en donde se realizó la clasificación y pesaje de las muestras, primero se pesaron las bolsas por colores con la ayuda de una balanza médica, posteriormente se registraron los valores obtenido de las diferentes bolsas para cada muestra en la planilla de campo la cual representa la dirección de la residencia, el número de habitantes fijos por residencia y los pesos en gramos para cada bolsa y finalmente el peso total en Kilogramos de las muestras .

Luego se procedió a realizar la clasificación según la composición física de los residuos contenidos en las bolsas negras (material reciclable) como se especifica en la norma RAS 2000<sup>12</sup>, El esquema que sugiere dicha norma, se describe a continuación:

1. Residuos Orgánicos
2. Cartón
3. Papel
4. Plástico
5. Residuos de Jardinería
6. Vidrio
7. Caucho y cuero
8. Textiles

---

<sup>12</sup>Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000”

9. Madera
10. Metálicos
11. Huesos
12. Cerámicas cenizas, rocas y escombros
13. Otros (icopor, residuos del baño, en general todo lo que no puede ser reusado)

Para obtener el peso de los trece elementos fue necesario rotular trece bolsas con los nombres de cada elemento y depositar en ellas el respectivo elemento obtenido de las bolsas negras, posteriormente se procede a pesar cada bolsa con la ayuda de la balanza de granero (ver anexo B 5.1), en el caso donde el elemento era pesado se utilizó la balanza médica, finalmente se registraron los valores para cada muestra.

El mismo procedimiento se realizó para el día jueves 9 de junio del 2005

6.3.2. Caracterización de residuos sólidos, en la galería municipal. Los días de mercado en el municipio de Bolívar son los miércoles, viernes y sábado días en los cuales se realizó el debido muestreo y aprovechando la presencia de los operarios que en esos días se dedican a recoger la basura de la galería, facilitando los instrumentos como buguis (carreta de construcción) y canecas que cumplen la función de contenedores de los residuos en el exterior de la galería.

Para obtener el peso de los desechos fue necesario usar una báscula de piso, usadas para el pesaje del café.

El día miércoles 1 de junio de 2005 las canecas utilizadas tenían un peso promedio calculado de 19Kg y 22Kg el bugui. Los días viernes 3 y sábado 4 de junio del mismo año, el peso de las canecas fue de 17.5 Kg y de 21Kg el bugui. Se presentan dos pesos pues el equipo utilizado fue diferente en los muestreos.

El peso correspondiente a residuos sólidos se calcula por diferencia de pesos de los contenedores llenos de los vacíos.

6.3.3. Caracterización de residuos sólidos, en el barrido de calles. Para determinar el peso de los residuos obtenidos del barrido de las calles primero se identificó los barrios donde se presta el servicio y el recorrido que siguen los operarios que en este caso son cuatro, una vez reconocidos estos aspectos y con la colaboración de los mismos empleados se procedió a pesar los montones de basura recogida, con la ayuda de una báscula, sumando cada valor recogido, obteniendo así al final de la jornada el peso de residuos por día. La misma práctica se hace para cada uno de los operarios consiguiendo el promedio de barrido por cada empleado, esto para facilitar los cálculos.

#### 6.4. EVALUACIÓN EN LOS ASPECTOS GENERALES DEL MÉTODO DE DISPOSICIÓN FINAL CON QUE CUENTA LA CABECERA MUNICIPAL.

Mediante visitas al botadero de basura se hizo las observaciones pertinentes que conllevan a considerar si la disposición final se hace de una forma técnica y operativamente adecuada como lo dicta el CAPITULO VIII Del Decreto 1713/2002<sup>13</sup>. En este caso se tendrán en cuenta aspectos tales como los siguientes:

- Métodos de disposición final de los residuos en el suelo.
- Presencia de recicladores.
- Características básicas de los sitios para disposición final
- Restricciones generales para la ubicación de rellenos sanitarios.
- Obras complementarias para Rellenos Sanitarios Manuales.
- Manejo y monitoreo de gases.
- Manejo de lixiviados.
- Monitoreo de la calidad hídrica.
- Reglamento de los rellenos sanitarios.

#### 6.5. SOCIALIZACIÓN CON LA COMUNIDAD.

1. Elaborar el proyecto de educación ambiental con su respectivo contenido para ponerlo a disposición de la comunidad.
2. Una vez aceptado el proyecto, acordar el lugar, las fechas y la hora para implementar el proyecto de educación ambiental y conseguir los instrumentos necesarios para su satisfactoria ejecución.
3. Organizar los temas concernientes al manejo integral de residuos sólidos y los resultados del presente trabajo para así elaborar las diapositivas y definir el material didáctico a utilizar.
4. Finalmente implementar el proyecto de educación ambiental a la comunidad interesada.

---

<sup>13</sup> República de Colombia. Decreto 1713 de 2002, Sobre la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos.

## **7. RESULTADOS.**

### **7.1. ACTIVIDADES URBANAS GENERADORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS.**

Los residuos sólidos de una sociedad son efecto natural de su actividad económica y de su diario vivir puesto que los productos fabricados son vendidos a la comunidad y esta a su vez los descarta luego de ser utilizados. Una vez los productos son descartados se convierten en desechos generando incomodidad a la comunidad.

Bolívar no hace la excepción a la anterior situación ya que presenta como principales actividades económicas la agricultura y el comercio, siendo estas las principales fuentes de producción de residuos sólidos como se muestra a continuación.

7.1.1. Generadores de residuos en el municipio. La agricultura se mueve con mayor proporción en la zona rural pero es en la plaza de mercado donde llegan todos los productos de las veredas y de los municipios vecinos para ser comercializados, haciendo de la plaza uno de los principales puntos de producción de residuos sólido que en su gran mayoría corresponden a residuos orgánicos por la razón de ser productos agrícolas.

En cuanto al comercio que es una actividad propia de la cabecera municipal y se realiza casi a diario y en aumento en los días de mercado y especialmente en un mercado informal que ocupa las principales calles del municipio proporcionando productos como ropa, Zapatos, productos comestibles, productos de farmacia, productos de limpieza personal entre otros proceso que genera desperdicios tales como cajas de cartón, bolsas plásticas, recipientes de plástico, botellas de vidrio, latas, recipientes de icopor, papeles entre otros.

Tanto los productos agrícolas como los provenientes del comercio son introducidos a los hogares, donde terminan finalmente siendo acumulados para su posterior recolección por parte del municipio, cuando estos desechos no son recogidos a tiempo produce incomodidad para los habitantes del hogar tales como malos olores y por ende la aparición de moscas y roedores, como también la molestia aparición de líquidos destilados por los residuos orgánicos.

Por otro lado es importante tener en cuenta que Bolívar, como en todos los municipios, presenta instituciones tales como colegios, el ancianato, escuelas, estación de policía, entidades estatales como alcaldía, juzgado promiscuo de familia, telecom, notaria, bomberos, etc, focos de producción de residuos tales como papel, cartón, vidrio, plástico, icopores, entre otras; es importante aclarar

que la materia orgánica se produce en mayor proporción en las escuelas puesto que estas presentan sus respectivos restaurantes escolares.

Como resultado de este breve análisis se puede considerar que los principales focos de producción de residuos sólidos en la cabecera municipal de Bolívar son los siguientes:

- Sector comercial
- Sector institucional
- Sector residencial
- Plaza de mercado

Conocer estos focos generadores de basura es importante a la hora de elaborar el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) es por eso que se los toma como tipo de edificaciones, para así poderlos enumerar por sectores, estos datos y el número de habitantes, son básicos para obtener cifras confiables de la producción per cápita y la producción usuario mes.

La Tabla 3 muestra el número de edificaciones que componen los diferentes agentes, focos generadores de residuos sólidos.

Tabla 3. Número de edificaciones en el área urbana.

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Número de edificaciones</b>
Domiciliares	1.133
Comerciales	270
Oficiales	25
Galería Municipal	1
Suma	<b>1.429</b>

**Fuente: Unidad de servicios públicos Municipal\_2.005\_Grupo técnico PGIRS**

\*Para efectos de cálculos posteriores, se considerará el hecho de que las domiciliarias son en su mayoría viviendas con locales comerciales adjuntos.

\*\*Se refiere a la galería municipal, corte de podas y césped

Para la formulación del PGIRS, se resolvió tomar como población más acertada la que se encuentra en el Plan maestro de alcantarillado el cual fue realizado por la CRC, esta población es igual a 8716 habitantes. Se toma como la más acertada debido a que esta se obtuvo por medio de un censo realizado en el año 2.004, trabajo que se realizó vivienda por vivienda con un máximo nivel de detalle.

El número de personas por vivienda se consigue dividiendo la población urbana actual por el número de viviendas.

$$\#personas/vivienda = \frac{8.716 \text{ Hab}}{1.403 \text{ Viviendas}^{***}} = 6,2 \text{ Hab/Vivienda}$$

\*\*\* En Este valor se incluye el número de edificaciones comerciales ya que la mayoría de locales se encuentran en las mismas residencias

#### 7.1.2. Análisis de resultados.

- Bolívar por su gran extensión se divide en 12 corregimientos que en su mayoría desarrollan la agricultura como principal actividad económica conllevando a que la mayor proporción de los productos agrícolas se dirijan a la cabecera municipal aumentando la oferta de estos productos, esto causa que el mercado en la galería se realice en tres días en los cuales hay una alta producción de residuos sólidos que provienen de dicha actividad económica lo cual permite afirmar que la mayor proporción de los desechos sea de materia orgánica.
- Los principales focos de producción de residuos sólidos son el sector Comercial, sector Institucional, sector Residencial, plaza de mercado que son los sitios donde se da el intercambio de los diferentes productos generados por las actividades económicas.
- Al analizar el valor del número de personas por vivienda (6,2 hab/vivienda) se puede considerar que este resultado es alto, ya que en algunas casas viven hasta dos familias, caso que puede afectar significativamente la producción de residuos sólidos debido a que se va a producir más por vivienda.

#### 7.2. MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LA CABECERA MUNICIPAL.

Con el fin de entrar a la comunidad y conocer aspectos tales como los socioeconómicos, hábitos relacionados con el manejo de residuos sólidos en las viviendas y hábitos relacionados con el barrido y aseo de vías y espacios públicos; fue necesario realizar una encuesta comunitaria (ver anexo A). Con esta encuesta se pudo recoger información valiosa que será útil al planificar el PGIRS.

Los resultados de la encuesta se presentan a continuación:

7.2.1. Información general. Entre la información general recogida en la encuesta se considera, el nivel de escolaridad, número de habitantes por vivienda, y número de habitantes por tipo de trabajo.

- Resultados.

En las siguientes gráficas se representa la información:

Figura 2. Nivel educativo de la comunidad.

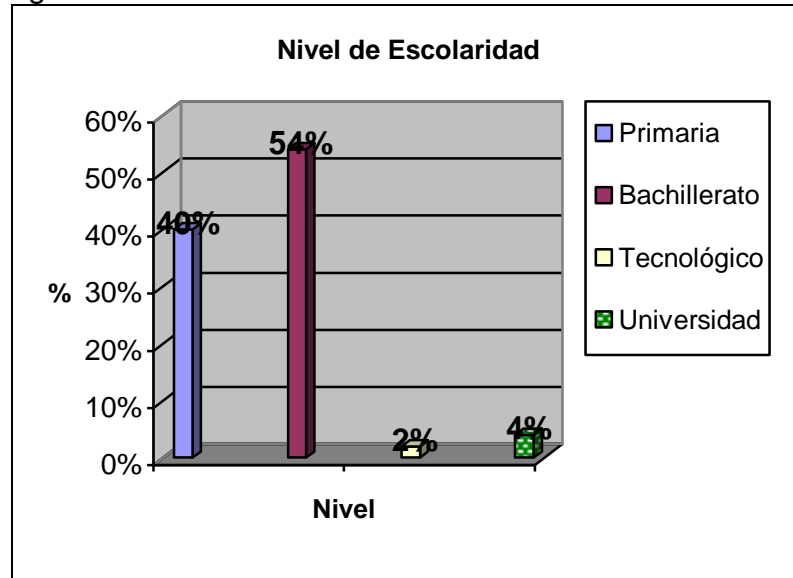


Figura 3. Número de habitantes por vivienda.

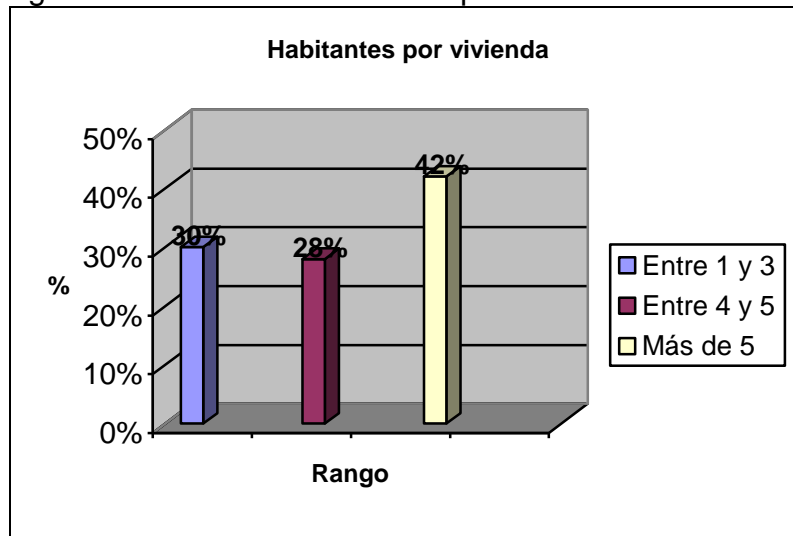
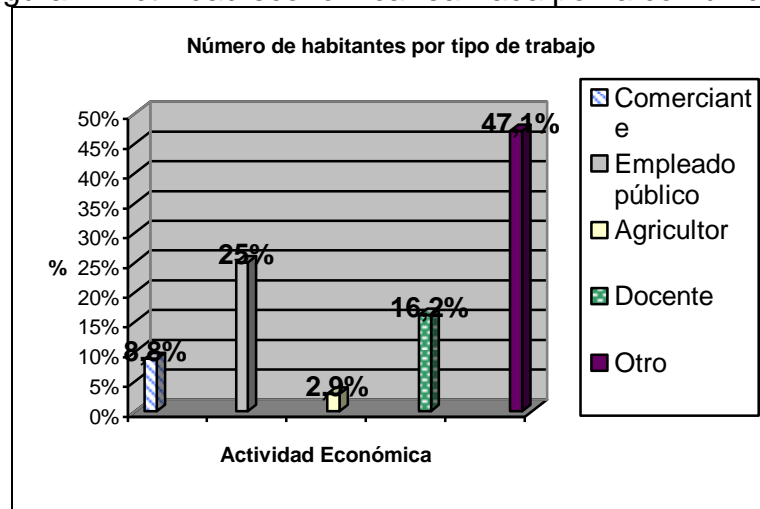




Figura 4. Actividad económica realizada por la comunidad.



- Análisis de resultados.

En cuanto al nivel de escolaridad en la cabecera municipal de Bolívar se encontró que el 54 % hizo el bachillerato y el 40% solo alcanzó hacer la primaria y el restante corresponden a los que realizaron estudios universitarios y tecnológicos, esto indica el nivel de cultura de la comunidad lo que representa para el proceso de los PGIRSs un aspecto positivo puesto que a mayor grado de escolaridad significa mayor conciencia ambiental y mayor liderazgo por parte de la comunidad para participar en diferentes actividades que hacen parte del plan.

Por otro lado al tener en cuenta el número de habitantes por vivienda la encuesta arrojó que el 42% de las viviendas habitan más de 5 personas esto influye en la producción de residuos sólidos puesto que a mayor número de habitantes por vivienda la producción de basura por domicilio va ser mayor, esto se contrarresta con el resultado conseguido para el número de habitantes por trabajo de donde se obtuvo que 47.1% de los residentes son empleados públicos y el 25% son docentes, situación que indica que las personas permanecen más tiempo en las instituciones donde depositaran parte de los residuos sólidos producidos por habitante.

7.2.2. Información sobre el manejo de los residuos sólidos en las viviendas. La siguiente información se refiere a los hábitos comunitarios relacionados con a separación y la reutilización de los residuos sólidos en las viviendas.

- Resultados obtenidos

Con la encuesta se obtuvieron los siguientes datos:

Figura 5. Cantidad de viviendas que reutilizan por tipo de residuos.

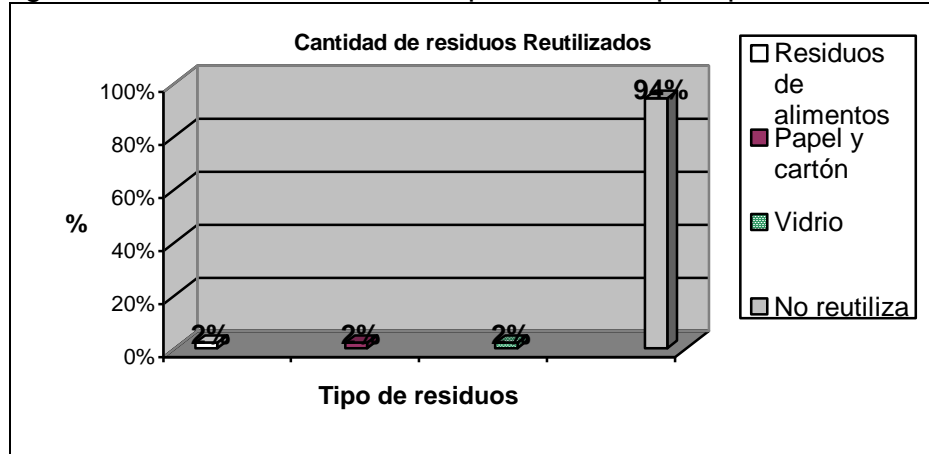
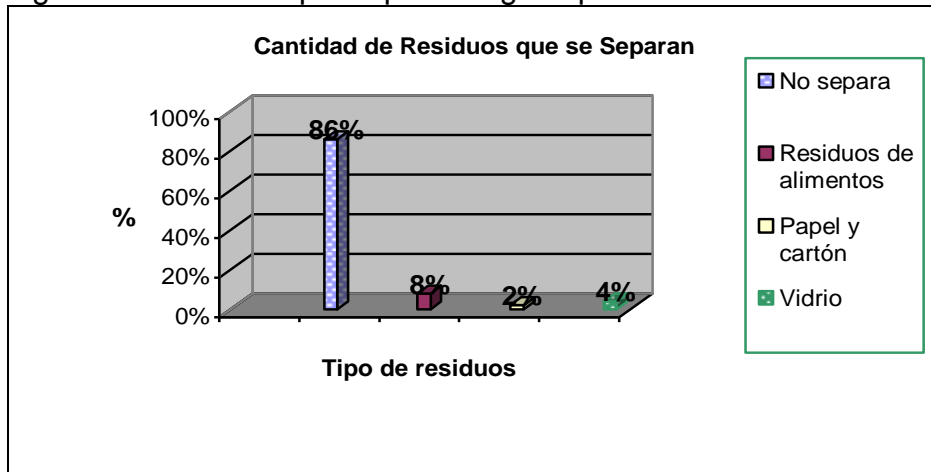


Figura 6. Viviendas que separan algún tipo de basura.



- Análisis de resultados.

Con la encuesta se pudo demostrar que el 94% de la comunidad de la cabecera municipal de Bolívar no reutilizan los desechos lo que se considera como un problema de tipo cultural que se podría solucionar con la educación ambiental, lo mismo se podría decir para la separación de basuras ya que en este caso el 86% de los habitantes no separan.

7.2.3. Información sobre el servicio de aseo. En esta sección se refiere a los aspectos relacionados con el grado de conformidad de la comunidad con el servicio de aseo, la presentación de la basura y la disponibilidad para separar los desechos en la fuente.

- Resultados obtenidos

La cabecera municipal presenta la siguiente situación relacionada con el servicio de aseo.

Figura 7. Calidad del servicio de aseo en la cabecera municipal.

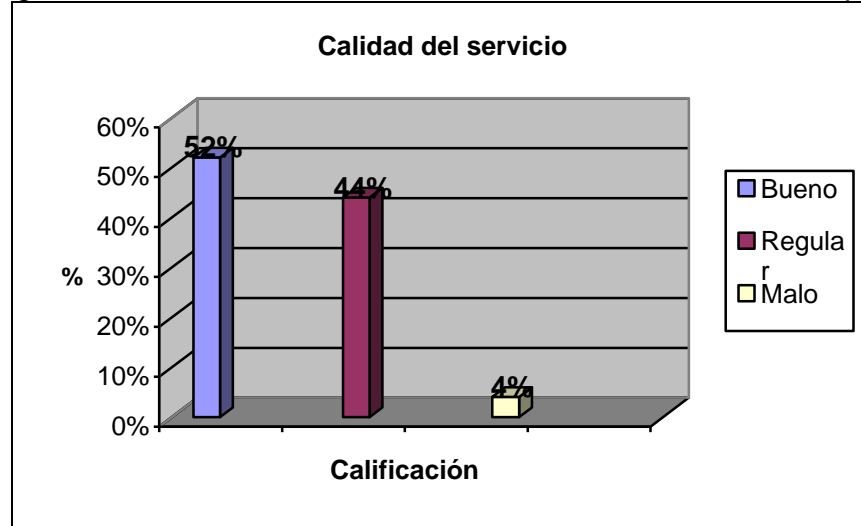


Figura 8. Presentación de la basura en las viviendas

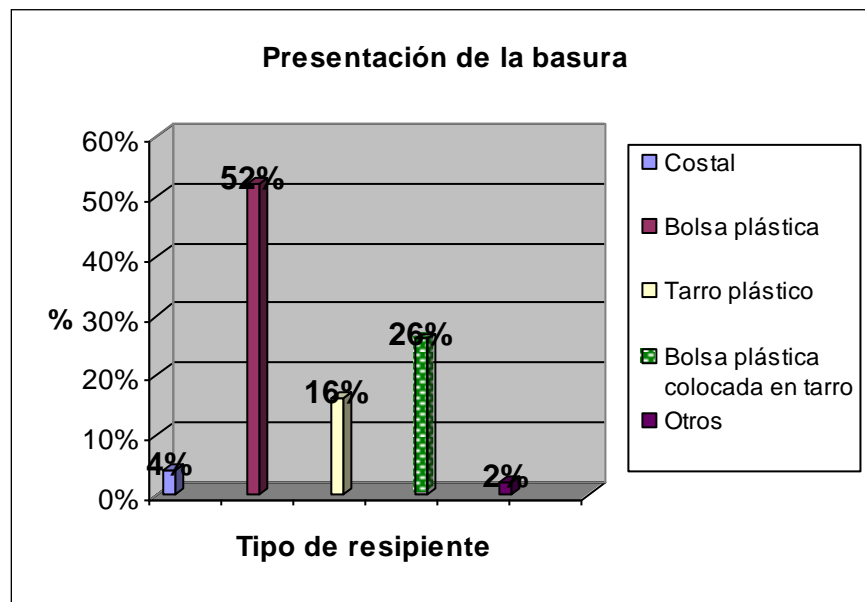
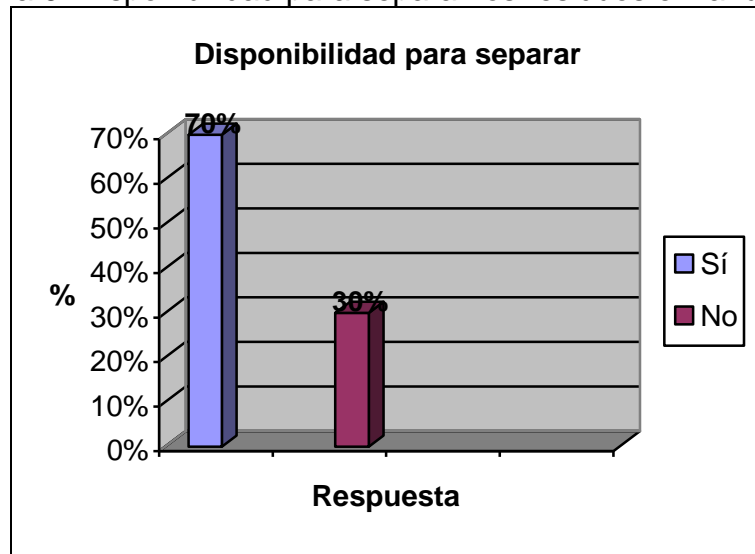


Figura 9. Disponibilidad para separar los residuos en la fuente.



- Análisis de resultados.

En cuanto al servicio de aseo la encuesta arrojó que el 52% de la comunidad considera la prestación del servicio de aseo buena y el 44% regular y el restante lo considera malo, lo que indica que la mayoría de los habitantes se encuentran conformes con el servicio de aseo pero requiere algunas mejoras. Otro aspecto a considerar fue la presentación de las basuras en las viviendas de donde el 52% la hace en bolsas plásticas, el 26% utiliza bolsas plásticas colocadas en tarros, el 16% la hace en tarros y el 6% la hace en otros; lo que muestra que la comunidad hace una buena presentación de sus basuras, aspecto positivo a la hora de la recolección ya que al hacer una buena presentación de los desechos representa un menor tiempo en la recolección y por ende, habría un decremento significativo en el costo del transporte de las basuras.

Por último se tuvo en cuenta la disponibilidad para separar la basura de donde el 70% de los habitantes esta dispuesto a separar aspecto positivo para la disposición final puesto que si hay separación en la fuente se disminuyen los costos por separación en el sitio de disposición final, en el caso de implementar alguna actividad de aprovechamiento.

7.2.4. Disponibilidad y capacidad de pago de los usuarios. Uno de los principales objetivos de la encuesta comunitaria era determinar la capacidad y disponibilidad de pago de los usuarios para tal propósito era necesario conocer los ingresos como también los gastos que se presentan en las viviendas.

- Egresos por vivienda

Para determinar a capacidad de pago era necesario conocer los gastos que se hacen por cada familia, tales como pago por concepto de arrendamiento, pago

de servicios públicos, gastos en alimentación de la familia y educación de los hijos.

Los egresos que se presentan en las familias se encuentran depositados en las siguientes tablas:

Tabla 4. Tenencia de la vivienda.

<b>Sector: Residencial</b>	
<b>Tipo de vivienda en la que reside</b>	<b>Total</b>
Propia	38
Alquilada	12
<b>TOTAL DE ENCUESTAS</b>	<b>50</b>

Tabla 5. Pago por concepto de arriendo.

<b>Sector: Residencial</b>	
<b>Pago mensual</b>	<b>Total</b>
< \$ 50000	1
Entre \$50000 y \$100000	6
> \$100000	5
<b>TOTAL DE ENCUESTAS</b>	<b>50</b>

Tabla 6. Pago de servicios públicos.

<b>Sector: Residencial</b>		
<b>El ultimo valor pagado por</b>	<b>Rango de valores</b>	<b>total</b>
Energía	< \$20000	24
	Entre \$20000 y \$50000	18
	Entre \$50000 y < \$100000	5
	> \$100000	2
Acueducto	< \$10000	38
	Entre \$10000 y \$20000	8
	Entre \$20000 y \$50000	3
	> \$50000	
teléfono	< \$30000	27
	Entre \$30000 y \$50000	13
	Entre \$50000 y \$100000	5
	> \$100000	1
<b>TOTAL DE ENCUESTAS</b>		<b>50</b>

**Nota:** Los restantes de los encuestados no poseían el servicio o no supieron responder en el momento.

Tabla 7. Gastos en alimentación de la familia y educación de los hijos.

<b>Gastos mensuales</b>	<b>Rango de valores</b>	<b>Total</b>
Alimentación de su familia	< \$50000	1
	Entre \$50000 y \$100000	9
	Entre \$100000 y < \$200000	13
	> \$200000	20
Educación para sus hijos	< \$50000	14
	Entre \$50000 y \$100000	5
	Entre \$100000 y < \$200000	5
	> \$200000	8
<b>TOTAL DE ENCUESTAS</b>		<b>49</b>

**Nota:** El resto de los encuestados no tenían ese gasto o no respondieron.

- Ingresos para el sector residencial.

Con la información suministrada en las encuestas se pudo verificar los ingresos mensuales de la familia y así calcular la capacidad de pago de los usuarios sumando los egresos y restándoselos a los ingresos.

Tabla 8. Nivel promedio de ingresos mensuales por estratos.

<b>Estrato Socioeconómico</b>	<b>Ingresos promedio mensuales en pesos</b>	
Residencial	E1	233.386
	E2	487.166
	E3	469.167

Fuente: Encuesta realizada por el Grupo Técnico-PGIRS-2005

- Capacidad y disponibilidad de pago

Para determinar la disponibilidad de pago se utilizó el árbol de cuánto esta dispuesto a pagar, como se indica en la encuesta, teniendo en cuenta las condiciones generales de la comunidad para establecer los valores máximos que estarían dispuestos a pagar (ver anexo A).

En la siguiente tabla se muestra la capacidad y la disponibilidad de pago de los usuarios

Tabla 9. Disponibilidad y capacidad de pago.

<b>Estrato Socioeconómico</b>		<b>Capacidad de pago (\$)</b>	<b>Disponibilidad de pago (\$)</b>
Residencial	E1	2.400	3.300
	E2	3.200	4.100
	E3	4.500	5.400
Comercial*		8.000	2.972
Oficial*		10.000	5.400
Especial**		10.000	5.400

Fuente: Encuesta realizada por el Grupo Técnico-PGIRS-2005

\* Valores tomados de la Pasantía realizada por la estudiante Rocío Guevara.

\*\* Este dato se tomó de PGIRS Municipales Bolívar-Cauca. 2005.

- Análisis de resultados.

La tabla 9 muestra que en el sector residencial la disponibilidad de pago es mayor que la capacidad de pago, esto sugiere que la comunidad en aras de recibir un buen servicio esta dispuesta a pagar una tarifa mayor, pero no consideran que sus niveles de ingresos desfavorecen esta situación.

Lo contrario ocurre con los sectores comercial, oficial y especial, los cuales tienen una capacidad de pago mayor que la disponibilidad que tienen a pagar por un servicio de aseo.

Tanto la disponibilidad de pago como la capacidad deben considerarse en el momento en que la empresa de aseo inicie con su funcionamiento, es decir: recolección, transporte y disposición final. Se puede decir que la capacidad de pago de los sectores oficiales, comerciales y especiales sirve para ajustar los costos de prestación del servicio.

### 7.3. CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Para realizar la caracterización de residuos sólidos se tuvo en cuenta los principales focos de producción de basura, para efectos de este trabajo solo se toman los datos del sector residencial, galería municipal y el barrido de calles, los restantes se tomaron del trabajo de grado de la estudiante de ingeniería ambiental Rocío del Pilar Guevara.

### 7.3.1. Caracterización física de los residuos sólidos, sector residencial.

- Resultados de la caracterización.

Es importante aclarar que en el cálculo para determinar el número de muestras se estableció que se debían tomar 18, 25 y 7 para el estrato 1, estrato 2 y estrato 3 respectivamente, pero en el momento de realizar el muestreo hubo poca disponibilidad por parte del estrato 2 lo cual conllevó a cambiar los números de muestras así: 20 para el estrato 1 y 2 y 10 para el estrato 3, esto no afecta el resultado puesto que se aumentó en un 5% el tamaño de la muestra lo cual se hace para evitar resultados erróneos cuando se presentan estas situaciones.

Con el muestreo se determinó la cantidad de residuos producidos por estrato, por vivienda y por tipo según la bolsa; cuyos resultados se presentan en las siguientes tablas.

Tabla 10. Resultados obtenidos para el día lunes 6 de junio del 2005; ciclo de 4 días.

#### ESTRATO 1.

Dirección	# Habitantes	Peso (g.)			Peso Total (Kgs.)
		Bol. Negra	Bol. Verde	Bol. Amarilla	
Cra 3 #17-79 B/EI Callejón	7	8150	2900	0	11,05
Cra 3 # 1-80 B/EI Callejón	4	600	950	250	1,8
Cra 3 # 1-29 B/EI Callejón	7	600	6600	800	8
CII 3 #3-50 B/EI Sur	4	1000	10000	7000	18
Cra 1# 5-17 B/ EI Porvenir	5	350	5150	4100	9,6
Cra 1# 5-06 B/ EI Porvenir	5	200	400	150	0,75
Cra 1 # 4-65 B/EI porvenir	4	300	10500	1300	12,1
CII 6 # 1-13 B/Cristo Rey	3	600	1200	100	1,9
Cra 1 # 6-52 B/Cristo Rey	4	300	2000	100	2,4
Cra 1 # 6-74 B/Cristo rey	6	800	2100	250	3,15
Cra 1 # 6-64 B/ Cristo Rey	4	500	1900	300	2,7
CII 7 # 7-01 B/ Cristo Rey	7	1300	4600	650	6,55
CII 7 # 1-13 B/ Cristo Rey	7	7800	3500	300	11,6
Cra 1 # 7-67 B/Cristo Rey	8	550	4250	750	5,55
Cra 1 # 7-46 B/ Cristo Rey	3	500	4650	600	5,75
Cra 1 # 7-38 B/Cristo Rey	3	1000	1300	250	2,55
Cra 1 # 9-18 B/Las Mercedes	3	600	2150	600	3,35
Cra 1 # 9-50 B/ Las Mercedes	6	750	1500	300	2,55
CII 11 # 9-11 B/EI Libertador	5	0	1550	650	2,2



Dirección	# Habitantes	Peso (g.)			Peso Total (Kgs.)
		Bol. Negra	Bol. Verde	Bol. Amarilla	
CII 9 # 5-35 B/La Floresta	8	700	4250	500	5,45
TOATAL		26600	71450	18950	117
ESTRATO 2.					
Cra 2 #4-68 B /Cristo Rey	5	1430	3450	250	5,13
Cra 2 # 4-50 B/Cristo Rey	3	550	2930	250	3,73
CII 4 # 2-19 B/Sur	7	2200	4350	700	7,25
CII 3 # 2-12 B/Sur	6	1300	3630	500	5,43
Cra 2 # 2-20 B/Sur	3	1750	4700	0	6,45
CII 2 # 3-53 B/Sur	5	0	3600	0	3,6
CII 2 # 4-35 B/Sur	3	500	9600	550	10,65
CII 3 # 4-16 B/Sur	5	0	2450	1150	3,6
CII 3 # 3-17 B/Sur	6	850	1700	700	3,25
Cra 3 # 2-27 B/Sur	6	280	3600	9330	13,21
Cra 3 # 3-54 B/Sur	4	950	3900	2300	7,15
CII 4 # 4-17 B/Sur	5	750	0	0	0,75
Cra 5 # 5-15 B/Sur	5	480	8300	280	9,06
Cra 7 # 7-24 B/ Obrero	3	2400	7450	600	10,45
Cra 7 # 6-67 B/ Obrero	7	1450	0	0	1,45
CII 7 # 5-27 B/Calle Nueva	8	0	11160	800	11,96
CII 7 # 5-80 B/Calle Nueva	4	850	3500	2100	6,45
CII 9 # 5-97 B/La Floresta	4	300	3430	100	3,83
Cra 3 # 10-78 B/San Francisco	4	1400	970	600	2,97
Cra 3 # 9-68 B/San Francisco	10	1400	630	950	2,98
TOTAL		18840	79350	21160	119,35
ESTRATO 3.					
Cra 2 # 6-77 B/Cristo Rey	7	470	4300	3150	7,92
Cra 2 # 6-40 B/Cristo Rey	8	0	6250	570	6,82
Cra 2 # 3-65 B/Sur	6	300	2750	450	3,5
Cra 2 # 3-17 B/Sur	3	0	3350	0	3,35
Cra 3 # 7-60 B/Centro	4	500	2200	450	3,15
Cra 3 # 7-12 B/Centro	1	3520	4270	250	8,04
Cra 3 B/Centro	4	2200	0	270	2,47
Cra 3 # 6-19 B/Centro	3	17800	1870	1030	20,7
Cra 5 # 8-47 B/Centro	3	500	8400	150	9,05
Cra 2 # 4-73 B/ Cristo Rey	4	600	3400	150	4,15
TOTAL		25890	36790	6470	69,15

Peso total en el sector residencial 305,5 Kg.

Tabla 11. Resultados obtenidos para el día jueves 9 de junio del 2005; ciclo de 3 días.

ESTRATO 1.

Dirección	# Habitantes	Peso (g.)			Peso Total (Kgs.)
		Bol. Negra	Bol. Verde	Bol. Amarilla	
Cra 3 #17-79 B/El Callejón	7	750	2650	250	3,65
Cra 3 # 1-80 B/El Callejón	4	250	3050	700	4
Cra 3 # 1-29 B/El Callejón	7	650	5200	700	6,55
CII 3 #3-50 B/El Sur	4	0	9500	6000	15,5
Cra 1# 5-17 B/ El Porvenir	5	250	3500	3075	6,825
Cra 1# 5-06 B/ El Porvenir	5	550	3425	950	4,925
Cra 1 # 4-65 B/El porvenir	4	525	2150	150	2,825
CII 6 # 1-13 B/Cristo Rey	3	975	600	350	1,925
Cra 1 # 6-52 B/Cristo Rey	4	400	3000	575	3,975
Cra 1 # 6-74 B/Cristo rey	6	375	2300	225	2,9
Cra 1 # 6-64 B/ Cristo Rey	4	675	2950	500	4,125
CII 7 # 7-01 B/ Cristo Rey	7	1425	3225	375	5,025
CII 7 # 1-13 B/ Cristo Rey	7	850	3950	175	4,975
Cra 1 # 7-67 B/Cristo Rey	8	125	5500	550	6,175
Cra 1 # 7-46 B/ Cristo Rey	3	2125	5150	375	7,65
Cra 1 # 7-38 B/Cristo Rey	3	900	2000	175	3,075
Cra 1 # 9-18 B/Las Mercedes	3	1125	5050	475	6,65
Cra 1 # 9-50 B/ Las Mercedes	6	600	1020	200	1,82
CII 11 # 9-11 B/El Libertador	5	0	275	0	0,275
CII 9 # 5-35 B/La Floresta	8	3350	6450	525	10,325
TOTAL		15900	70945	16325	103,17

ESTRATO 2.

Cra 2 #4-68 B /Cristo Rey	5	1000	3950	350	5,3
Cra 2 # 4-50 B/Cristo Rey	3	3050	5800	475	9,325
CII 4 # 2-19 B/Sur	7	1125	1900	400	3,425
CII 3 # 2-12 B/Sur	6	500	4625	200	5,325
Cra 2 # 2-20 B/Sur	3	5400	0	425	5,825
CII 2 # 3-53 B/Sur	5	650	0	2000	2,65
CII 2 # 4-35 B/Sur	3	650	9175	325	10,15
CII 3 # 4-16 B/Sur	5	0	3275	1225	4,5
CII 3 # 3-17 B/Sur	6	350	1150	825	2,325
Cra 3 # 2-27 B/Sur	6	1825	5400	3075	10,3
Cra 3 # 3-54 B/Sur	4	725	2850	2350	5,925
CII 4 # 4-17 B/Sur	5	500	0	750	1,25
Cra 5 # 5-15 B/Sur	5	400	3250	200	3,85
Cra 7 # 7-24 B/ Obrero	3	725	2000	375	3,1
Cra 7 # 6-67 B/ Obrero	7	1025	0	1100	2,125
CII 7 # 5-27 B/Calle Nueva	8	0	8375	600	8,975
CII 7 # 5-80 B/Calle Nueva	4	0635	2625	1575	4,835

Dirección	# Habitantes	Peso (g.)			Peso Total (Kgs.)
		Bol. Negra	Bol. Verde	Bol. Amarilla	
Cll 9 # 5-97 B/La Floresta	4	250	2575	0	2,825
Cra 3 # 10-78 B/San Francisco	4	2625	0	275	2,9
Cra 3 # 9-68 B/San Francisco	10	750	1675	825	3,25
<b>TOTAL</b>		<b>22185</b>	<b>58625</b>	<b>17350</b>	<b>98,16</b>

#### ESTRATO 3.

Cra 2 # 6-77 B/Cristo Rey	7	525	0	200	0,725
Cra 2 # 6-40 B/Cristo Rey	8	600	5750	250	6,6
Cra 2 # 3-65 B/Sur	6	600	5740	250	6,59
Cra 2 # 3-17 B/Sur	3	725	1350	350	2,425
Cra 3 # 7-60 B/Centro	4	4275	3650	850	8,775
Cra 3 # 7-12 B/Centro	1	2650	7850	550	11,05
Cra 3 B/Centro	4	1200	1650	1025	3,875
Cra 3 # 6-19 B/Centro	3	750	2100	150	3
Cra 5 # 8-47 B/Centro	3	600	6350	200	7,15
Cra 2 # 4-73 B/ Cristo Rey	4	925	3425	350	4,7
<b>TOTAL</b>		<b>12850</b>	<b>37865</b>	<b>4175</b>	<b>54,89</b>

Peso total sector residencial 256,22 Kg.

Después de obtenidos los pesos por cada bolsa, se procedió a determinar los pesos de los desechos ya clasificados según las normas RAS, los resultados se presentan en las tablas 6, 7 y 8 donde se resumen los datos de la clasificación para todos los muestreos, tanto para el sector comercial e institucional como para las residencias, y en las fechas correspondientes a cada muestreo.

Tabla 12. Caracterización sector institucional y comercial<sup>14</sup>.

Tipo de Residuos	Mayo / 26 / 2005 (Jueves)		Mayo / 30 / 2005 (Lunes)		TOTAL comercial (Kg)	TOTAL Institución. (Kg)
	Comercial Peso (Kg)	Institución Peso (Kg)	Comercial Peso (Kg)	Institución Peso (Kg)		
Residuos Orgánicos	51	30,405	66,2	13	117,2	43
Cartón	14	2,1	18,5	1	32,5	3,1
Papel	2,1	10,5	2,8	10	4,9	21
Plástico	10	14,5	9,5	15	19,5	29
Residuos de Jardinería	0	0,85	0	0	0	0,9
Vidrio	6	3,8	8	2	14	5,8

<sup>14</sup> GUEVARA, Rocío. Pasantía. Participación en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS en el municipio de Bolívar-Cauca 2006.

Tipo de Residuos	Mayo / 26 / 2005 (Jueves)		Mayo / 30 / 2005 (Lunes)		TOTAL comercial (Kg)	TOTAL Institución. (Kg)
	Comercial Peso (Kg)	Institución Peso (Kg)	Comercial Peso (Kg)	Institución Peso (Kg)		
Caucho y Cuero	0	0	0	0	0	0
Textiles	0	0	0	0	0	0
Madera	0,25	0	0,5	0	0,75	0
Metálicos	0,4	0	0,5	0,5	0,9	0,5
Huesos	0	0	0	0	0	0
Cerámicos, Cenizas, Rocas, Escombros	4,3	1	4,8	3	9,1	4
Otros	9	8	6	3	15	11

Tabla 13. Caracterización sector residencial, junio/ 06 /2005 (Lunes).

Tipo de Residuo	Estrato 1 Peso (Kg)	Estrato 2 Peso (Kg)	Estrato 3 Peso (Kg)	TOTAL (kg.)
Residuos Orgánicos	71,07	78,08	36,77	185,92
Cartón	7,21	3,56	1,93	12,7
Papel	2,73	1,63	0,83	5,19
Plástico	4,87	9,37	2,44	16,68
Residuos de Jardinería	3	0	0	3
Vidrio	3,91	2,41	20,42	26,74
Caucho y Cuero	1	0,82	0	1,82
Textiles	0,8	0	0	0,8
Madera	0	0	0	0
Metálicos	0,58	0,4	0,32	1,3
Huesos	0	0	0	0
Cerámicos, Cenizas, Rocas, Escombros.	3,4	1,5	1,55	6,45
Otros	17,5	21	6,4	44,9
TOTAL	116,07	118,77	70,66	305,5

Tabla 14. Caracterización sector residencial, Junio / 09 / 2005 (Jueves).

Tipo de Residuo	Estrato 1 Peso(Kg)	Estrato 2 Peso(Kg)	Estrato 3 Peso(Kg)	TOTAL (Kg.)
Residuos Orgánicos	70,07	57,07	37,17	164,32
Cartón	5,16	3,01	1,96	10,13
Papel	2,08	1,23	3,23	6,54
Plástico	3,1	8,2	2,4	13,7
Residuos de Jardinería	0	1	0	1
Vidrio	2,11	3,92	5,41	11,44

<b>Tipo de Residuo</b>	<b>Estrato 1 Peso(Kg)</b>	<b>Estrato 2 Peso(Kg)</b>	<b>Estrato 3 Peso(Kg)</b>	<b>TOTAL (Kg.)</b>
Caucho y Cuero	0,7	0,7	0	1,4
Textiles	0,6	1,8	0,15	2,55
Madera	0	0	0	0
Metálicos	0,28	0,7	0,5	1,48
Huesos	0	0,8	0	0,8
Cerámicos, Cenizas, Rocas, Escombros	3,3	2	0,55	5,85
Otros	15,9	17	4,1	37
<b>TOTAL</b>	<b>103,3</b>	<b>97,43</b>	<b>55,47</b>	<b>256,2</b>

- Producción de residuos sólidos por mes, sector residencial.

Para obtener la producción mensual de residuos sólidos por tipo de vivienda se toman los totales de la caracterización por semana se lo multiplica por cuatro, suponiendo que cada mes tiene cuatro semanas, y se lo divide por el número de muestras que en el caso del sector residencial es 50. El resultado se obtiene de la siguiente manera:

Producción por semana:

Esta es igual a la sumatoria de la producción obtenida por cada muestreo en los días programados.

Producción por semana = peso día Lunes (Kg) + peso día jueves (Kg)

$$P_{semana} = 305,5 + 256,22 = 561,72Kgs.$$

Producción por mes:

$$P_{mes} = \frac{(P_{semana}Kg \times 4semanas)}{\#demuestras}$$

$$P_{mes} = \frac{561.72Kg \times 4}{50} = 44,937Kg / usuario - mes$$

7.3.2. Caracterización física de los residuos sólidos, plaza de mercado. En el caso de la plaza de mercado se demostró que la producción de residuos sólidos en su mayor proporción es de materia orgánica, también se encuentra en menor cantidad la presencia de cartón y plástico proveniente del barrido de las calles pertenecientes a la plaza, donde se ubica el mercado informal (ver anexo B 8.1).

- Resultados obtenidos de la caracterización.

Entre los resultados obtenidos de la caracterización física de los residuos sólidos en la plaza de mercado se describen los siguientes:

Miércoles 1 de junio del 2005.

- Total de residuos sólidos: 1031 Kg.
- Materia orgánica: 1010.38 Kg.
- Plástico y cartón: 20.62 Kg

Viernes 3 de junio del 2005.

- Total de residuos sólidos: 1046.25 kg.
- Materia orgánica: 1025.33 Kg.
- Plástico y cartón: 20.90 Kg.

Sábado 4 junio del 2005.

- Total de residuos sólidos: 909 Kg.
- Materia orgánica: 890.8 Kg.
- Plástico y cartón: 18.18 kg.

- Producción de residuos sólidos por mes, plaza de mercado.

Obtenidos los pesos de los residuos por cada día de mercado, se podrá determinar la producción mensual como se indica a continuación.

Producción por semana:

$$\frac{(1031Kg + 1046.25Kg + 909Kg)}{1000} = 2,986 \text{ Ton/semana.}$$

Producción por mes:

$$2.986 \times 4 = 11,945 \text{ Ton/mes.}$$

7.3.3. Producción de residuos sólidos en el barrido de calles. Para establecer el peso de residuos sólidos derivados del barrido de las calles se tuvo en cuenta el número de empleados que se ocupan en esta función, que en este caso son cuatro y los días de barrido que comprenden de lunes a sábado. De la longitud total de vías (9.13Km) del municipio, los cuatro operarios barren 5.3 Km aproximadamente.

Cada empleado a diario barre una longitud de 1.325Km, durante este recorrido el muestreo arrojó que cada uno recoge aproximadamente 12.87Kg, por tanto en un día de barrido se recopilan 51.5Kg y en un mes se obtiene un total de barrido 1.3 ton/ mes.

En la siguiente tabla se depositan los datos obtenidos para la producción mensual de los residuos sólidos tanto por el sector residencial, plaza de mercado como para el barrido de calles, y para los otros tipos de usuarios como el sector institucional y comercial (PGIRS Bolívar Cauca, 2005).

Tabla 15. Producción mensual de residuos por tipo de vivienda.

<b>Tipo de edificación</b>	<b>Producción unitaria (kg/usuario-mes)</b>
Domiciliares	44.94*
Comerciales	35.15
Institucional	47.8
Especiales (Barrido calles, podas y corte de césped)	2.828
Galería Municipal	11.949*

Fuente: Caracterización realizada por el Grupo Técnico PGIRS, 2005

\* Datos obtenidos de este trabajo.

7.3.4. Cálculo de la producción per cápita de residuos. Para calcular la producción per cápita de residuos en la cabecera municipal de Bolívar es necesario conocer la producción total de residuos sólidos.

La producción de total de residuos sólidos se obtiene de la siguiente manera:

$$rsp = \frac{(\#edificaciones \times Punitaria)}{1000}$$

$$rsp = \frac{(1133 \times 44.94)}{1000} = 50.917 \text{ Ton / mes.}$$

En la siguiente tabla se depositan los valores de la producción total de los residuos por tipo de edificaciones.

Tabla 16. Producción total de residuos sólidos generados en el municipio (RSP)

Tipo de edificación	No. de edificaciones	Producción/usuario-mes	Residuos sólidos producidos (Ton/mes)
Domiciliares	1.133	44,94	50,92
Comerciales*	270	35,15	9,5
Oficiales*	25	47,8	1,2
Galería Municipal	1	11.949	11,95
Especiales (Barrido y limpieza de calles)	-	1.300	1,3
Especiales (Corte de césped y podas)**	-	1.500	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>1.429</b>	<b>14876,89</b> <b>Kg/usuario-mes</b>	<b>76.37Ton/mes</b>

Fuente: Caracterización realizada por el Grupo Técnico PGIRS, 2005

\* Datos tomados de la Pasantía. Participación en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS en el municipio de Bolívar-Cauca 2006 de la estudiante Rocío. Guevara.

\*\* Tomado del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales Bolívar-Cauca. Septiembre del 2005.

En la anterior Tabla se aprecia que la producción total al mes en la cabecera municipal de Bolívar es de 76.37 ton/mes, este valor determina la producción per cápita de residuos como se muestra en la siguiente ecuación:

$$PPC = \frac{RSP \times 1000}{PUA \times 30} = \frac{76.4 \text{Ton/Mes} \times 1000}{8716 \text{Hab} \times 30} = 0.29 \text{ Kg/hab/día.}$$

*PPC: Producción per cápita de residuos (Kg/Hab/día)*

*RSP: Residuos Sólidos Producidos (Ton/Mes) (tabla 29)*

*PUA: Población Urbana Actual x 30 (8716 Hab, DANE)*

7.3.5. Caracterización física de los residuos. Para determinar el % en peso de los residuos por componente se debe utilizar las fórmulas correspondientes a la producción por mes y la RSP para cada componente, en este trabajo se determinará el % en peso de los orgánicos fácilmente biodegradables, que es el material que más se produce en el sector residencial y en la plaza de mercado.



Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

$$Pmes = \frac{(PsemanaKg \times 4semanas)}{\#demuestras} ; \quad rsp = \frac{(\#edificaciones \times Punitaria)}{1000}$$

- % En peso de los residuos de comida producidos en el sector comercial.

$$Pmes = \frac{117,2Kg \times 4semana}{25} = 18,7Kg / usuario - mes$$

$$rsp = \frac{(18,7 \times 270)}{1000} = 5,05Ton / mes$$

$$\%Peso = \frac{(5,05 \times 100)}{76,37} = 6,6\%$$

- % En peso de los residuos de comida producidos en el sector institucional.

$$Pmes = \frac{43Kg \times 4semana}{10} = 17,2Kg / usuario - mes$$

$$rsp = \frac{(17,2 \times 25)}{1000} = 0,43Ton / mes$$

$$\%Peso = \frac{(0,43 \times 100)}{76,37} = 0,56\%$$

- % En peso de los residuos de comida producidos en el sector residencial.

$$Pmes = \frac{350Kg \times 4semana}{50} = 28Kg / usuario - mes$$

$$rsp = \frac{(28 \times 1133)}{1000} = 31,7$$

$$\%Peso = \frac{(31,7 \times 100)}{76,37} = 41,5\%$$

- % En peso de los residuos de comida producidos en la plaza de mercado.

El 98% de los residuos sólidos producidos en la plaza de mercado se componen de materia orgánica, por tanto la producción de residuos de alimento es igual a  $11,95 \times 0,98 = 11,71$

$$\% \text{Peso} = \frac{(11,71 \times 100)}{76,37} = 15,3\%$$

- El % en peso total de residuos de alimentos se obtiene adicionado los resultados para cada sector.

$$\% \text{Peso Total} = 6,6\% \div 0,56\% \div 41,5\% \div 15,3\% = 63,9\%$$

Los residuos sólidos producidos en toneladas por mes para el componente residuos de alimentos se obtiene de la siguiente forma:

$$RPC = 76,4 \times 0,639 = 48,82 \text{Ton/mes}$$

En la siguiente tabla se registran los porcentajes en peso y los residuos producidos por componente para los residuos orgánicos fácilmente biodegradables calculados anteriormente. Para los residuos Inorgánicos se tomaron del PGIRS Municipales de Bolívar-Cauca 2005, para su posterior análisis.

Tabla 17. Caracterización física de residuos producidos.

Tipo de material	% EN PESO	Residuos sólidos producidos por componente ton/mes
• Orgánicos fácilmente biodegradables		
- Residuos de alimentos	63.9	48.82
- Podas y corte prado.	1.96	1.5
• <b>Subtotal (RSO)</b>	<b>65.86</b>	<b>50.32</b>
• Inorgánicos		
- Cartón	5.15	3.93
- Papel	3.31	2.53
- Plástico	7	5.3
- Vidrio	5.13	3.9
- Caucho y Cuero	0.39	0.30
- Madera	0.32	0.24
- Textiles	0.30	0.23
- Huesos	0.07	0.05
- Metales	0.37	0.28

<b>Tipo de material</b>	<b>% EN PESO</b>	<b>Residuos sólidos producidos por componente ton/mes</b>
- Cerámicos, cenizas, escombros, rocas	2.27	1.73
• <b>Subtotal (RSI)</b>	<b>24.31</b>	<b>18.5</b>
• No aprovechables	<b>9.8</b>	<b>7.5</b>
• <b>TOTAL</b>	100	76.3
Esperado	100	0.0

Fuente: Caracterización realizada por el Grupo Técnico PGIRS, 2005

7.3.6. Análisis de resultados para la caracterización de residuos sólidos. De la caracterización de residuos sólidos, e de hacer el siguiente análisis:

Con la realización del muestreo se pudo obtener datos suficientes para determinar los aportes de producción de desechos por cada sector, los cuales se depositaron en la tabla 9 de donde se logra apreciar que el tipo de edificación que presenta mayores aportes en la producción de residuos sólidos del municipio es el sector institucional con un valor de 47.8 Kg/usuario-mes, dentro de este sector se encuentran colegios, escuelas, jardines y entidades de servicios públicos, este resultado se debe a que en la mayoría de instituciones educativas funcionan las cafeterías y restaurantes escolares en donde se produce la mayor parte de residuos (observar Tabla 18), por otro lado las instituciones necesitan para su funcionamiento una gran cantidad de insumos que al terminar su vida útil serán desechados.

En la siguiente tabla se depositan el número total de restaurantes como también el total de estudiantes que reciben el servicio.

Tabla 18. Infraestructura asociada a la educación, zona urbana.

<b>No. total de instituciones educativas</b>	<b>No. total de estudiantes</b>	<b>No. total de restaurantes escolares</b>	<b>No. total de estudiantes atendidos en restaurante escolar</b>
7	1479	7	750

El sector que ocupa el segundo lugar en producción de residuos es el sector domiciliario (44.94 Kg/usuario-mes), este resultado se atribuye a que la mayoría de habitantes de las residencias se alimentan afuera implicando que se consuma menos productos en las casas.

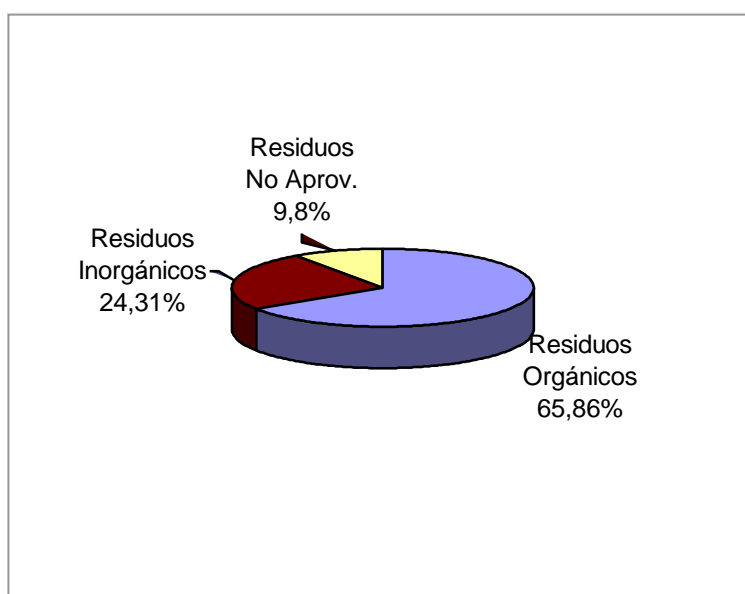
Y el mínimo aporte en a generación de residuos sólidos lo hace el barrido calles, podas y corte de céspedes en un 2,83 Kg/ usuario-mes.

Con los datos anteriores se pudo determinar la producción per cápita en el municipio de Bolívar que es de 0.29 Kg/hab-día; esto significa que cada habitante produce 0.29 Kg de basura en un día; este dato se puede considerar bajo ya que el rango de producción per capita para los municipios a nivel nacional se encuentra entre 0.3 – 0.6 Kg/ hab-día

Otro resultado que se obtuvo en este capítulo fue caracterización física de los residuos sólidos producidos cuyos resultados se encuentran depositados en la tabla 17, se puede observar que los residuos orgánicos fácilmente biodegradables en cuanto a producción/mes (50.32 Ton/mes) y porcentaje en peso (65.86%) son la mayor proporción de los residuos generados en el municipio, comparados con los residuos inorgánicos, de los cuales en los muestreos realizados se encontró que su producción/mes es alrededor de 18.5 Ton/mes y su porcentaje en peso del orden del 24.31%. El porcentaje en peso restante fue ocupado por residuos no aprovechables (9.8%), considerando en estos últimos residuos de baño, icopores, barrido de casa, entre otros.

En el siguiente gráfico se muestra claramente la composición porcentual de los residuos sólidos generados en un mes de producción en el Municipio.

Figura 10. Composición porcentual (mes) de residuos sólidos, Municipio de Bolívar.



Al observar la figura 10 se puede notar el alto porcentaje de residuos orgánicos, por ende es posible implementar un proyecto de compostaje o lombricultura, aprovechando que la principal actividad económica del municipio y de los municipios vecinos es la agricultura, generando así beneficios económicos para la comunidad.

#### 7.4. EVALUACIÓN DE LOS ASPECTOS GENERALES DEL MÉTODO DE DISPOSICIÓN FINAL CON QUE CUNTA LA CABECERA MUNICIPAL.

El métodos de disposición final de los residuos se hace en el suelo y su manejo es de forma manual, este sitio de disposición se encuentra en la vereda la Cuchilla a 3 Km del municipio, en las figuras 16 y 17 (ver anexo C 9.1) se puede observar su ubicación en el mapa del municipio. Este sitio no se puede denominar relleno sanitario ya que se maneja de manera irregular pues el tapado de basuras se hace de forma que no es la apropiada, no cuenta con aireadores para los gases producidos, no hay tratamiento para los lixiviados, se presentan malos olores y por otro lado no posee la licencia o permisos para operar (en el anexo B 9.1 ilustra los principales problemas que enfrenta el botadero de basura del municipio).

7.4.1. Situación del sitio de disposición final. En la siguiente tabla se muestra la evaluación de la disposición final hecha en el municipio teniendo en cuenta el CAPITULO VIII del DECRETO 1713<sup>15</sup> del 2002.

Tabla 19. Evaluación de los aspectos generales del sitio de disposición final del municipio de Bolívar.

CAUSA	PROBLEMA	EFECTO
<b>Presencia de recicladores.</b>		
Presencia de familias cerca al botadero, escasas oportunidades de empleo y poco interés por parte de la alcaldía hacia estos casos.	Presencia de familias que reciclan.	Riesgo de afectar su salud por el contacto directo con las basuras al no utilizar los elementos de protección necesaria. Riesgos de sufrir impactos sobre la seguridad personal como cortadas, pinchazos, afecciones respiratorias entre otras. Afecta al grupo de niños que hacen parte de estas familias puesto que no cuentan con un servicio de salud propia para estas situaciones como también una educación para llevar a cabo su desarrollo

<sup>15</sup> República de Colombia. Decreto 1713 de 2002, sobre la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

CAUSA	PROBLEMA	EFECTO
		personal.
<b>Características básicas de los sitios para la disposición final.</b>		
<p>La Administración Municipal presta poco interés hacia el tema.</p> <p>Desconocimiento de las normas relacionadas con el manejo de residuos sólidos.</p> <p>Los operadores no fueron capacitados para realizar el trabajo adecuadamente.</p>	<p>La ejecución de la disposición final no se hace en forma técnica ni ambientalmente segura.</p>	<p>Disminuye la vida útil del botadero.</p> <p>Aumenta la presencia de malos olores incrementando la aparición de vectores.</p> <p>Aumenta la contaminación del aire, agua, suelo.</p> <p>Enfrenta a la Administración Municipal con la normatividad vigente y con la comunidad inconforme</p>
<b>Restricciones generales para la ubicación.</b>		
<p>El relleno no se hizo con las especificaciones recomendadas.</p>	<p>Hay 20m de distancia a cuerpos de agua.</p>	<p>Teniendo en cuenta la topografía del terreno, la disposición final de los residuos sólidos y la cercanía de las quebradas Pajarito y Salado del llano, Se podría decir que dichas quebradas se pueden ver afectadas por la posible descarga de los lixiviados.</p>
<p>Ubicación del botadero, relieve montañoso estructural erosionado.*</p> <p>El botadero no presenta drenaje de aguas lluvias.</p> <p>No hay control de estabilidad.</p>	<p>El sitio presenta deslizamientos.</p>	<p>Desestabilizan la integridad del relleno.</p> <p>Riesgos para las comunidades cercanas**.</p>
<b>Obras complementarias.</b>		
<p>El relleno se construyó hace 16 años sin las especificaciones requeridas y no se ha hecho ninguna clase de reestructuración.</p>	<p>Carece de cerco perimetral, caseta de entrada y vigilancia, instalaciones hidráulicas y sanitarias, y patio de maniobras.</p>	<p>Da mal aspecto al sitio de disposición, impide el registro de la cantidad de basura que llega al lugar, impide el buen funcionamiento del</p>

CAUSA	PROBLEMA	EFEECTO
		botadero. Aumenta los riesgos de contaminación
<b>Parámetros básicos de diseño.</b>		
El relleno no fue diseñado con la estructura necesaria ni posee un plan de manejo.	No cuentan con un sistema para el manejo y monitoreo de gases.	Se presenta la acumulación de gases causando la inestabilidad del suelo, la generación de posibles explosiones, la producción de derrumbes entre otras.
El relleno no fue diseñado con la estructura necesaria ni posee un plan de manejo.  No se considera de gran importancia por el municipio	No cuenta con un sistemas para el manejo de lixiviados.	Puede causar la inestabilidad del suelo, producir la contaminación de acuíferos y aguas superficiales generando problemas ambientales tales como pérdida de flora y fauna y problemas de salud en la comunidad como también su inconformidad.
Desconocimiento del proceso y la normatividad. No se considera de gran importancia por parte del municipio.	No cuenta con monitoreo de calidad hídrica.	Enfrenta al municipio con la normatividad vigente. Evita el control del líquido lixiviado por falta de información sobre su composición y cantidad.
El relleno no cumple con los parámetros básicos de diseño debido a la antigüedad de este. Indiferencia por parte de la administración Municipal hacia el manejo de los residuos sólidos.	No cuenta con sistema de drenaje de aguas lluvias.	En épocas de invierno el relleno se convierte en un lodazar que hace imposible el acceso de vehículos y dificulta el trabajo de los empleados, conllevando a la quema de los residuos y por ende a la contaminación por gases de la combustión.
Altos costos.	No cuenta con sistemas de impermeabilización.	Contaminación del suelo y agua por lixiviados.
Falta de equipo y los	No presenta	Disminución de la vida

CAUSA	PROBLEMA	EFEECTO
medios para su adquisición.	compactación de los residuos.	útil del relleno.
Falta de disposición de los operarios y no hay la exigencia por parte de la administración.	Deficiente cobertura diaria.	Aparición de malos olores y por ende de vectores. Inconformidad de las comunidades cercanas.
<b>Reglamento del relleno sanitario</b>		
No hay disposición por parte del personal ni la exigencia de la administración.	No se cumple con el reglamento interno de operación para el personal.	Deficiente manejo y operación en el botadero conllevando a disminuir la vida útil del mismo.

\* Obtenido del mapa de zonificación ambiental actual del Plan Básico de Ordenamiento Territorial Bolívar - PBOT-2.002

\*\* Dato obtenido mediante manifestaciones de la comunidad en el momento que se realizó la encuesta.

Es importante aclarar que el relleno sanitario en sus primeros años la disposición de la basura se hacía siguiendo los parámetros técnicos propuestos en los diseños respectivos, pero a medida que pasaron los años y las diferentes administraciones municipales, se perdió el manejo adecuado del relleno convirtiéndose en un botadero mal manejado como ocurre actualmente. Desafortunadamente los diseños del relleno se extraviaron con las tomas guerrilleras que destruyeron las oficinas de la alcaldía y por lo tanto no es posible conocer con certeza las especificaciones del diseño, la vida útil, la capacidad del mismo etc<sup>16</sup>.

7.4.2. Problemas generados por los lixiviados a los recursos agua y suelo. Los compuestos provenientes de los residuos sólidos que entran en contacto con los suelos pueden ser relativamente inertes e inofensivos, pero existe un gran número de ellos que pueden causar serios daños a los seres vivos presentes en el suelo, aún en pequeñas concentraciones. Algunos de los efectos no deseables de la inadecuada disposición de los residuos sólidos en el suelo pueden ser.

- Los organismos vivos presentes en el suelo pueden ser inhibidos o eliminados, rompiendo el equilibrio bioquímico del suelo.
- Los compuestos químicos pueden ser transportados del suelo al aire o a los cuerpos de agua y de esta manera entrar en contacto, en un área muy amplia, con un gran número de organismos produciendo efectos adversos a la salud humana y a los ecosistemas.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Bolívar Cauca. 2006.

<sup>17</sup> <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/345/implicac.html>



La formación de lixiviados por lo general se produce cuando el agua entra en contacto con los residuos sólidos depositados en el sitio de disposición final generándose una solución rica en elementos contaminantes que al desplazarse verticalmente llegan al subsuelo, de otra parte hay generación de estos líquidos cuando se presenta la descomposición de la materia orgánica.

Los lixiviados se pueden formar de cuatro formas distintas:

- A partir de agua lluvia que cae directamente sobre los residuos sólidos.
- Agua que se mueve horizontal al suelo y que llega directamente al sitio de disposición final
- Contacto directo de las aguas subterráneas con los residuos por la elevación del nivel piezométrico.
- Aporte o derrame de líquidos en el sitio de disposición final.

La composición de un lixiviado producido en un botadero puede ser muy compleja, aunque existen características químicas más o menos comunes en este tipo de instalaciones:

- Gran cantidad de hidrocarburos solubles
- Gran cantidad de nitrógeno orgánico y amoniacal.
- Presencia de metales pesados
- Demanda química de oxígeno (DQO).
- Demanda biológica de oxígeno (DBO).
- Salinidad muy elevada.

7.4.3. Análisis de resultados. Entre las principales causas de la actual situación que presenta el sitio de disposición final se encuentran en primer lugar el bajo interés que presta la administración municipal hacia las cuestiones relacionado con el manejo de residuos sólidos esto se debe a que el tema de los desechos se considera de menor importancia con relación a otros temas como la violencia, sector agrario, obras de infraestructura vial entre otras.

En segundo lugar se considera el desconocimiento de las normas relacionadas con los residuos sólidos las cuales no son promocionadas por las autoridades ambientales ni tampoco estas entidades las toman como una exigencia.

Por último se considera el diseño del relleno sanitario el cual se hizo en el año 1990 época donde talvez los requerimientos básicos para el diseño se desconocían, y por la misma razón del tiempo que lleva funcionando y por el cambio de administraciones en el Municipio se ha perdido el manejo técnico del relleno generando los problemas que se presentan hoy en día.

En cuanto a la producción de lixiviados en el Botadero Municipal de Bolívar se genera un caudal de 380 ml por segundo (PGIRS Bolívar-Cauca 2006).

Considerando la topografía del terreno, el tipo de disposición final y la cercanía de las quebradas Pajarito y Salado del Llano, (las cuales se unen para formar la quebrada Bolívar que atraviesa el municipio), se podría decir que hay un problema de contaminación por lixiviados, pero esto no es verídico pues existen varios factores que intervienen en ese proceso como son la porosidad del suelo, la lluviosidad, el caudal de las quebradas, entre otras; las que determinan la posible contaminación de tales fuentes de agua. Por otro lado, estas fuentes no presentan malos olores ni color gris que caracterizan a las fuentes de agua contaminada y considerando que el caudal de lixiviados es bajo se daría la posibilidad de que la contaminación sea mínima.

Para confirmar el hecho anterior lo más conveniente sería hacer un estudio de calidad de agua donde se determine la demanda de oxígeno, pH, DBO, DQO, SS, alcalinidad total  $\text{CaCO}_3$ , dureza total, N total, P total, conductividad, fenoles, determinación de metales pesados, entre otras y así tener el criterio suficiente para determinar que hacer en esta situación.

## **8. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS Y DE LA PLAZA DE MERCADO.**

Teniendo en cuenta la problemática que se ha logrado identificar y conocidas sus diferentes causas lo que permite tener el criterio suficiente para hacer las recomendaciones más pertinentes para el adecuado manejo de los residuos sólidos domiciliarios y los de la plaza de mercado.

Con base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se recomienda básicamente lo que se presenta a continuación:

### **8.1. RESIDUOS RECICLABLES.**

Contando con que en la cabecera municipal sólo se produce el 24,31% de los residuos reciclables, no es conveniente aplicar esta alternativa como una solución a la problemática producida por los residuos sólidos, además si se considera la opción de comercializar los residuos reciclables generados en la cabecera municipal con el Municipio de Popayán, alternativa que no resulta rentable<sup>18</sup> por razones tales como:

- Baja producción de dichos residuos (24.31%).
- La distancia entre la cabecera municipal y el área de comercialización es de 147 Km., lo que representa un costo significativo en combustible.
- La comunidad dentro de sus relaciones con el manejo de los residuos no tiene presente el reciclaje. Esto implicaría mayores costos por la separación que se debe realizar.
- Se pueden considerar los costos de control de calidad, (humedad, sin contaminantes, separación, entre otras), que exige el comprador, para lo cual el municipio debería establecer una jornada de trabajo encargada para tal fin.

### **8.2. RESIDUOS SÓLIDOS FÁCILMENTE BIODEGRADABLES.**

Teniendo en cuenta que los residuos sólidos fácilmente biodegradables se producen en mayor cantidad tanto en los domicilios como en la plaza de mercado y considerando que corresponden al 63,9% de los residuos producidos en la cabecera municipal, se podría considerar las alternativas del

---

<sup>18</sup> GUEVARA, Rocío. Pasantía. Participación en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS en el municipio de Bolívar-Cauca.

compostaje y lombricultura como una buena solución a la problemática generada por este tipo de residuos.

8.2.1. Compostaje. Hoy día hay una necesidad creciente de uso de abonos orgánicos para los cultivos. En Colombia se estima una demanda anual de 1'100.000 toneladas del producto, lo cual representa una oportunidad para la producción de abonos orgánicos como alternativa a los químicos sintéticos, teniendo presente las nuevas exigencias y características del mercado sobre la tendencia a la producción ecológica, tanto agrícola como pecuaria, la cual genera espacio para utilizar productos orgánicos limpios no transgénicos, para satisfacer las demandas de los productores<sup>19</sup>.

Para el municipio de Bolívar la anterior situación no es indiferente puesto que presenta una vocación agrícola y teniendo en cuenta que los suelos del Cauca se encuentran deteriorados debido al uso de monocultivos y al exagerado empleo de productos químicos lo que evidencia la necesidad de uso de abonos orgánicos.

Por otro lado, es importante considerar que en el departamento ya se han implementado proyectos de este tipo los cuales han obtenido muy buenos resultados, como es el caso del Municipio de Silvia Cauca (ver anexo B10.1), donde del compostaje se sostiene el sistema de aseo con base a los rublos del sistema tarifario y a los subproductos obtenidos por la producción de abonos orgánicos (con estos se sigue manteniendo toda la nómina del sistema)<sup>20</sup>.

En el caso de Bolívar Cauca, para tener en cuenta la posibilidad del uso del compostaje se debe determinar si esta alternativa es conveniente o no, para ello se realiza un análisis de viabilidad del proyecto, como se presenta a continuación:

- Características de la oferta

En la mayoría de los municipios colombianos la producción de basura varía en un rango de 0,3 - 0,6 Kg por persona/día de esta producción, el porcentaje de materia orgánica rápidamente biodegradable varía desde valores del 60% al 85%, siendo mayor en la medida en que el municipio es más pequeño<sup>21</sup>.

En la cabecera municipal de Bolívar la producción de basuras es de 0,29 Kg por persona/día de estos el 65,86% corresponde a residuos rápidamente biodegradables que en tonelada por mes equivale a 50,32 (ver Tabla11), por

---

<sup>19</sup> Instalación, manejo y comercialización de la Lombricultura y el Compostaje, Unicef – SENA – MinDesarrollo – MinAmbiente – SSPD – CRA – IDEA - Embajada de Holanda - Alcaldía de Bello, medio magnético, 2001.

<sup>20</sup> Ibit.

<sup>21</sup> Ibit

consiguiente la cantidad de materia prima utilizada para el compost proviene principalmente de las basuras municipales,

De ese material rápidamente biodegradable se puede obtener la cantidad de producto final expresando la producción en términos de toneladas por año y así calcular la capacidad de producción de compost, teniendo en cuenta que en la bibliografía se encuentra que el 60% de la materia orgánica rápidamente biodegradable se convierte en compost, por tanto la producción será:

*Producción compost (Ton/año) = Cantidad de materia orgánica rápidamente biodegradable (Toneladas/año) x 0.6*

$$Producción\ compost\ (Ton/año) = (50,32 \times 12) Ton/año \times 0,6 = 362,3 Ton/año$$

- Características de la demanda.

Como ya se mencionó en el capítulo 7 el municipio posee una vocación agrícola lo que permite afirmar que el compostaje sería una buena opción por obtener una considerable demanda en el municipio.

Dentro del municipio los posibles demandantes o los posibles usuarios del producto son:

1. Pequeños productores agropecuarios que en el municipio ocupan 2.273,31 Ha. De la extensión total.
2. Viveros municipales, parques, sistemas locales de reforestación, planes de recuperación de suelos y de control de erosión, planes de ordenamiento de cuencas.
3. Otro potencial de mercado local es la venta al por menor dirigida hacia las amas de casa para los jardines y para las huertas caseras

Teniendo en cuenta que en el municipio de Bolívar se produce café, caña, mora, tomate productos que demandan abonos como el compost, en cantidades considerables como se muestra a continuación:

- Café se requieren entre 4.5 y 5 toneladas por hectárea y por año.
- Frutales, en promedio 2 a 3 toneladas por hectárea y por año.
- Caña, entre 3 y 4 toneladas por hectárea y por año<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> Ibit.

Estos posibles demandantes podrían pagar entre \$ 120.000 a \$ 140.000 por tonelada, valores comerciales nacionales del compost (primer semestre de 2002), dependiendo de la región del país y de las especificaciones del producto final.

Teniendo las cantidades demandadas y los precios es posible estimar los ingresos

$$\text{Ingresos totales ( \$ / año )} = \text{cantidades demandadas ( Tonelada / año )} \times \text{precio ( \$/tonelada)}$$

$$\text{Ingresos totales ( \$ / año )} = 362,3\text{Ton/año} \times 140.000\$/\text{Ton} = 50722.560\$/\text{Ton}$$

- Inversiones mínimas

Los costos de inversión son aquellos cuya ejecución se hace en un solo momento y generalmente al inicio del proyecto. Se refieren a elementos que tienen una vida útil mayores a un año y concretamente a infraestructura, instalaciones y equipos.

1. Infraestructura: servicios públicos –agua, energía, alcantarillado y comunicaciones-; y vías de acceso se recomienda que la localización de la empresa se haga en un sitio que ya cuente con estas facilidades.
2. Instalaciones: se refiere a la caseta de compostaje que a su vez está dividida en las áreas de operación, de maduración, de almacenamiento y de administración. El costo de estas instalaciones depende del área total y de los materiales de construcción.
  - Área de operación; Como la materia prima no está fraccionada por falta de equipo al inicio del proyecto, entonces se requiere un área de 6 m<sup>2</sup>. Estos datos están referidos a una altura de las pilas de 1,5 m y a un tiempo de 30 días de preparación para la maduración.
  - Área de maduración: Se considera sobre la base de 30 días de maduración en 2,0 m<sup>2</sup> por cada 12 toneladas anuales de materia prima, considerando pilas de 2,0 m de altura.
  - Área de almacenamiento: Se propone un área de almacenamiento de 0,5 m<sup>2</sup> por cada 12 toneladas anuales de materia prima.

Por tanto el área total requerida es la suma de los tres componentes, es decir, 8,5 m<sup>2</sup> por cada 12 toneladas de materia prima por año, cuando esta no se fracciona.

Con el dato de la cantidad total de toneladas de materia prima manejadas por año, será sencillo calcular el área básica necesaria para el proceso cuando la materia orgánica no esta fraccionada.

*Área básica = (toneladas de materia prima al año/12 toneladas al año) x 8,5 m<sup>2</sup>*

$$\text{Área básica} = \left( \frac{603,84\text{Ton/año}}{12\text{Ton/año}} \right) \times 8,5\text{m}^2 = 427,7\text{m}^2$$

El resultado del área necesaria debe multiplicarse por un factor de 1,3 para considerar las áreas libres y de circulación (pasillos, calles).

*Área total = área básica x 1,3*

$$\text{Área total} = 427,7\text{m}^2 \times 1,3 = 556\text{m}^2$$

El área de administración puede variar entre 20 y 30 m<sup>2</sup> para este caso se toma 20 m<sup>2</sup>.

$$\text{Área total de las instalaciones} = 556\text{m}^2 + 20\text{m}^2 = 576\text{m}^2$$

Costos:

Las edificaciones tendrán que ser cubiertas, para evitar que el agua lluvia afecte el proceso de compostaje, tener pisos firmes, algún tipo de encerramiento para manejo de vientos y agentes externos y en el caso del área de administración tener muros completos de cerramiento, para estas edificaciones se tienen los siguientes costos:

- Para el área de proceso se puede construir en guadua y techo de zinc por un costo unitario de \$ 20.000 / m<sup>2</sup> (Antioquia, año 2001)

$$\text{Costo de producción para el área básica} = 556\text{m}^2 \times 20.000\$/\text{m}^2 = \$11'120.000$$

Con un tiempo de vida útil de 10 años

- Para el área de administración con muros en bahareque, pisos en mosaico común, ventanería en madera y terminados sencillos por un valor unitario de \$120.000 / m<sup>2</sup> (Valle del Cauca, año 2002)

$$\text{Costos de construcción área administrativa} = 20\text{m}^2 \times \$120.000/\text{m}^2 = \$2'400.000$$

Con un tiempo de vida útil de 10 años.

En las siguientes tablas se resumen los costos total que serán:

Tabla 20. Costos de funcionamiento.

PERSONAL Y OTROS		COSTO MENSUAL (en pesos)	COSTO ANUAL (en pesos)
1	Administrador (medio tiempo)	500.000	6.000.000
1	Obrero	600.000	7.200.000
Arriendo del terreno		0	0
Compra de materia prima		500.000	6.000.000
Impuestos		0	0
TOTAL		1.600.000	19.200.000

En este caso no se considera el arriendo del lote ya que la estructura se puede hacer en el mismo relleno sanitario o si un grupo particular esta interesado es por que cuentan con su propia finca, como lo anunciaron en el proyecto de educación ambiental.

Como es un proyecto de carácter social no se consideran los impuestos.

Por otra parte se incluyen los gastos por servicios públicos los cuales deben incluir:

Tabla 21. Costos por pago de servicios.

SERVICIOS PUBLICOS (año)	COSTO MENSUAL (en pesos)	COSTO ANUAL (en pesos)
Agua	0	0
Energía	50.000	600000
Manejo de aguas residuales	0	0
Teléfono	50.000	600000
TOTAL	100.000	1.200.000

No se cuentan con los gastos en pago de servicio de agua ni de manejo de aguas residuales puesto que se considera la opción de construir un sistema para la obtención del agua y un pozo séptico para el manejo de aguas residuales, los costos para estas estructuras se muestran a continuación:

Tabla 22. Costos por estructuras menores y equipos.

OTROS	Costos en pesos
Construcción de aljibe	400.000
Motobomba eléctrica (para 5 años)	250.000
Tanque almacenamiento agua (1.000 litros)	250.000
Estructura soporte tanque	300.000
Tubería y accesorios para distribución de agua	100.000
Báscula (para 10 años)	400.000



OTROS	Costos en pesos
Construcción pozo séptico	1.000.000
mantenimiento	32.500
Costos administrativos (5% ventas totales)	2.536.128
TOTAL	5.268.628

Otros costos que se incluyen son los insumos y equipos de duración menor de un año:

Tabla 23. Costo de insumos y equipos menores.

CANTIDAD	DETALLE	VLR. UNITARIO (en pesos)	VLR TOTAL (en pesos)
9.058	Empaques marcados (25 * 1 ton)	200	1.811.600
12	Costos de certificación del producto	200.000	2.400.000
3	palas	7.000	21.000
6	Zarandas	15.000	90.000
4	Pares de guantes	4.500	18.000
3	Carretas de mano	80.000	240.000
3	Botas de caucho	15.000	45.000
2	Delantales de caucho	4.000	8.000
2	Gafas protectoras	6.000	12.000
12	Tapabocas	5.000	60.000
3	Termómetro	40.000	120.000
3	Higrómetro	60.000	180.000
3	Cajas de papel tornasol	30.000	90.000
TOTAL			5.095.600

Los costos de inversión tienen la peculiaridad de durar varios años. Por esta razón se debe calcular un costo anual. De una manera sencilla, este costo anual se puede calcular como el costo total de la adquisición distribuido en los años de vida útil del equipo y de las instalaciones,

Los resultados son los siguientes

Tabla 24. Inversiones para el primer año.

DETALLE	COSTO en pesos (1er año)	COSTO en pesos (2do–9no año)
Construcción del área básica	11.120.000	0
Construcción del área de administración	2.400.000	0
Personal y otros	19.200.000	19.200.000
Servicios públicos	1.200.000	1.200.000
Otros	5.268.628	5.268.628

DETALLE	COSTO en pesos (1er año)	COSTO en pesos (2do–9no año)
Insumos y equipos menores	5.095.600	5.095.600
Báscula y motobomba		-650.000
TOTAL	44.284.228	30.114.228

- Factibilidad del proyecto.

Finalmente, y sobre la base de los ingresos y los costos se hace la evaluación de la factibilidad del proyecto y de su rentabilidad como se indica a continuación:

El proyecto es viable desde el punto de vista financiero cuando: **I > C**

Donde: **I** = Ingresos totales anuales.

**C<sub>1</sub>** = Costos totales anuales para el primer año

**C<sub>2-9</sub>** = Costos anuales desde 2º hasta el 9º año

En este caso los valores son los siguientes:

$$I = 50'722.560 \text{ \$/año}$$

$$C_1 = 44.284.228 \text{ \$/año}$$

$$C_{2-9} = 30.114.228 \text{ \$/año}$$

Como  $50'722.560 \text{ \$/año} > 44.284.228 \text{ \$/año}$ , lo que indica que el ingreso anual es mayor que el costo anual, por tanto, el proyecto es viable financieramente.

- Rentabilidad.

Si el proyecto resulta factible, un indicador de su beneficio financiera es su rentabilidad anual, R, que se calcula como:

$$R (\%) = ((I - C_1) / C_1) \times 100\%$$

Este indicador representa el rendimiento que durante el año produce cada peso invertido en el proyecto, y es útil para comparar el beneficio financiera del proyecto con relación a otras posibilidades de inversión. La rentabilidad para este proyecto es la siguiente.

Rentabilidad para el primer año:

$$R(\%) = \frac{(50'722.560\$/\text{año} - 44.284.228 \text{ \$/año})}{44.284.228 \text{ \$/año}} \times 100\%$$

$$R\% = 14,54\%$$

Rentabilidad para segundo año en adelante, hasta el año noveno.

$$R(\%) = \frac{(50'722.560\$/\text{año} - 30.114.228 \text{ \$/año})}{30.114.228 \text{ \$/año}} \times 100\%$$

$$R\% = 68,43\%$$

8.2.2 Lombricultivo. Los residuos sólidos son aquellas sustancias generadas en las actividades de producción y consumo, las cuales al no alcanzar ningún valor económico son desechadas al medio ambiente, la mala disposición de estos residuos puede originar riesgos potenciales para el hombre y el medio natural.

La reducción de residuos puede realizarse a través del diseño, la fabricación y el envasado de productos con un material tóxico ínfimo, un volumen mínimo de material o una vida útil más larga o bien puede realizarse en la vivienda a través de técnicas alternativas como la lombricultivo<sup>23</sup>.

El lombricultivo es una técnica que utiliza a la lombriz *Eisenia foétida* para reciclar desechos orgánicos transformándolos en un producto no tóxico (humus o lombricompuesto) utilizado como abono. Este lombricompuesto es una enmienda que enriquece los suelos desde el punto de vista biológico y ecológico. El lombricultivo es una buena alternativa ya sea como una crianza doméstica por su fácil procedimiento o ya sea una producción en el ámbito industria<sup>24</sup>

Este producto implica una solución estratégica a la problemática generada por los residuos sólidos orgánicos domiciliarios esta técnica puede evitar el uso de tecnologías y procedimientos que no siempre se llevan bien con los recursos naturales y el medio ambiente, y que además tienen un costo elevado.

Por consiguiente considerar esta alternativa como una posible solución a los problemas relacionados con los residuos sólidos domiciliarios y de la plaza de

---

<sup>23</sup> Silvina Robillos. Tratamiento de los residuos sólidos urbanos domiciliarios mediante lombricultura.2000.

<sup>24</sup> Manual de Lombricultura: Curso de lombricultura por Internet. 2000.

mercado en el municipio de Bolívar implica hacer un análisis de su viabilidad como se muestra a continuación:

En cuanto a las características de la oferta y de la demanda se consideran las mismas del compostaje, al igual que los costos por funcionamiento donde entran los costos de personal, servicios públicos, arrendamientos, mantenimiento, impuestos, costos administrativos, costos de insumos y equipos menores.

- Costos del proyecto.

Lo que se debe tener en cuenta son los costos de inversión que en este caso se refiere a compra de semilla o pie de cría de lombrices al iniciar el proceso y por única vez y a las instalaciones entre las que se encuentran:

El área de producción del lombricompuesto.

El área de almacenamiento del producto.

El área de administración.

Área para el proceso de lombricompuesto

Esta área incluye a su vez el área para el fraccionamiento de la materia prima, las camas, los pasillos, secados y la alimentación de las lombrices.

- El área de fraccionamiento de la materia prima orgánica de los residuos sólidos municipales se recomienda de 2m<sup>2</sup>

- Área necesaria para camas:

En términos promedios, cada metro cuadrado de cama sembrado con 25 kg de semillas, es capaz de procesar 3.6 toneladas anuales.

Área camas = (cantidad total de materia prima en Ton/año) / (3.6 Ton/año/m<sup>2</sup>)

$$\text{Área camas} = \frac{(603,84\text{Ton} / \text{año})}{3,6\text{Ton} / \text{año} / \text{m}^2} = 167,73\text{m}^2$$

- Área para los corredores.

El área para los corredores se supone equivalente al 40 % del área de las camas.

$$\text{Área corredor} = \text{Área cama m}^2 \times 0,4$$

$$\text{Área corredor} = 167,73 \text{ m}^2 \times 0,4$$

$$\text{Área corredor} = 67,1 \text{ m}^2$$

- Área para el secado:

El área para el secado de materiales (humus y biomasa) se estima en el 20 % del área calculada para las camas de lombricultura.

$$\text{Área secado} = \text{Área cama } m^2 \times 0,2$$

$$\text{Área secado} = 167,73 m^2 \times 0,2$$

$$\text{Área secado} = 33,55 m^2$$

- Área de almacenamiento de los productos

Se sugiere un área de almacenamiento de 1.0 m<sup>2</sup> por cada 16 toneladas anuales de materia prima utilizada.

$$\text{Área almacenamiento} = \frac{(603,84 \text{Ton} / \text{año} \times 1,0 m^2)}{16 \text{Ton} / \text{año}}$$

$$\text{Área almacenamiento} = 37,74 m^2$$

$$\text{Área total para la producción} = 2 m^2 + 67,1 m^2 + 33,55 m^2 + 37,74 m^2$$

$$\text{Área total para la producción} = 140,38 m^2$$

Área administrativa.

El área administrativa se considera la misma que se requirió para el compostaje

Los costos por infraestructura se pueden obtener gracias a las siguientes referencias de precios unitarios:

Área de proceso en guadua y techo de zinc: \$ 20.000 / m<sup>2</sup> (Antioquia, año 2001)

$$\text{\$ Área producción} = (140,38 m^2 \times 20.000 \$ / m^2) = \$ 2.807.600$$

Construcción de las camas, en ladrillo \$ 25.000/m<sup>2</sup> (Valle del Cauca, año 2002.)

$$\text{\$ Construcción camas} = 167,73 m^2 \times \$ 25.000 / m^2$$

$$\text{\$ Construcción camas} = \$ 4.193.250 / m^2$$

Costo por Compra de semilla.

Al iniciar el proceso y por única vez, debe comprarse la semilla necesaria por materia orgánica disponible como se indica a continuación:

Semilla ( kg) = 2,5 x (materia prima disponible cada día en kg)

Semilla (Kg) = (2,5 x 1664,7 Kg/día)

Semilla (Kg) = 4161,75 Kg/día

El costo de esta semilla esta alrededor de \$ 2.500 /Kg (año 2002)

Costo semilla = 4.161,75 Kg/día x \$ 2.500 Kg

Costo semilla = \$10.404.375

- Ingresos.

El proceso de lombricultivo asegura que la materia prima utilizada se convierta en humus en 60 % aproximadamente y biomasa (lombrices) en 40% aproximadamente por tanto los ingresos por ventas sin considerar la venta de biomasa, es la siguiente:

Ingresos por humus = (603,84 Ton /año x 0.6 x \$ 140.000/Ton)

Ingresos por humus = \$50.722.560/año

- Factibilidad del proyecto.

Al realizar el mismo procedimiento que se realizó para obtener la viabilidad en el proyecto del compostaje, se demostró que la alternativa del lombricultivo es viable desde el punto de vista financiero puesto que los ingresos son mayores que las inversiones efectuadas en el primer año.

50'722.560 > 50.569.559

- Rentabilidad.

La rentabilidad para el primer año es de 0,30 % y para segundo año en adelante, hasta el año noveno es de 68,43%. Cabe anotar que este último valor es igual al resultado obtenido con la alternativa del compostaje puesto que lo único que cambia en el proyecto es la infraestructura para el proceso que pertenece a la inversión que se hace en el primer año.

### 8.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Entre las alternativas analizadas en este capítulo el compostaje es la mejor, puesto que su rentabilidad en el primer año es del 14,54% a diferencia del lombricompostado cuya rentabilidad es de 0,30%. Esto se debe a que en el proyecto de lombricompostado la inversión al inicio del año es mayor, debido al costo de la semilla base al empezar el proyecto, aunque el costo de la

infraestructura es menor no logra contrarrestar el precio total de la inversión inicial.

Por otro lado si se considera la venta de biomasa en el proyecto de lombricompost, este podría tener mejores resultados, pero por la cultura del municipio donde no consideran este producto dentro de su demanda no se creería conveniente.

Por consiguiente al considerar el proyecto de compostaje es importante tener en cuenta de donde obtener los recursos para la inversión inicial, en este caso se razona sobre la posibilidad de usar los dineros de las fuentes y montos de recursos disponibles de la empresa de aseo, que en este caso corresponden a los ingresos por tarifas igual a \$58.971.431 y a los ingresos por transferencias de entidades del gobierno que equivalen a \$57.249.000 que en su totalidad corresponden a \$116.220.431 (según la oficina de servicios públicos)<sup>25</sup> y teniendo en cuenta que la inversión inicial del proyecto de compostaje es casi la tercera parte de los recursos disponibles.

Pero es indispensable tener en cuenta que en una empresa de aseo debe incurrir en altos gastos tales como los de operación, mantenimiento y administración, de los cuales en los primeros requieren altos costos para la recolección y transporte al sitio de disposición final y como también para la disposición final, por tanto los recursos disponibles no serían suficientes para la inversión inicial del proyecto de compostaje por tal razón se recomienda hacer un crédito para cubrir la inversión en el primer año. En los siguientes años se cubrirán los costos con las ventas del compost.

Por otro lado se debe considerar la posibilidad de entregar el proyecto a otras entidades como la UMATA, agrupaciones campesinas, grupos juveniles, entre otras.

El compostaje no solamente es viable económicamente puesto que por la naturaleza del proyecto la factibilidad ambiental y social de este tipo de actividades están aseguradas y que desde estos puntos de vista, el compostaje es altamente recomendado y positivo.

Entre la factibilidad ambiental se tiene en cuenta, que si se implementa algún proyecto de compostaje y/o lombricultivo disminuye significativamente el volumen a utilizar en el botadero, es decir el espacio que se reduce corresponde al que ocuparía la materia orgánica. El volumen que se disminuiría por año se calcula de la siguiente manera:

---

<sup>25</sup> Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Bolívar, Cauca. 2006

La producción de material fácilmente biodegradable es de 50,32 Toneladas al mes, al año es de 603,84 Toneladas. Por tanto en un año la basura ocuparía:

$$v = \frac{MOFB}{D_{esp}}$$

v = Volumen ocupado por la material orgánico fácilmente biodegradable.

MOFB = Producción de residuos sólidos fácilmente biodegradables en un año.

D<sub>esp</sub> = Densidad específica.= 0,7 Ton/m<sup>3</sup> para efectuar la compactación<sup>26</sup>.

$$v = \frac{603,84\text{Ton/año}}{0,7\text{Ton/m}^3} = 862,63\text{m}^3 / \text{año}$$

862,84 m<sup>3</sup> es el volumen que se necesita para depositar la materia orgánica en el botadero en un año o en otras palabras es el volumen que aumentaría por año, en el relleno si se implementaría el proyecto de compostaje y/o lombricompostado. Este aumento en el volumen conlleva a un incremento de la vida útil del sitio de disposición final.

---

<sup>26</sup> Collazos P, Duque M. Residuos Sólidos. Colombia 1998.



## **9. PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN EL ÁREA DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN EL MUNICIPIO DE BOLÍVAR-CAUCA.**

### **9.1. PROYECTO.**

Al concluir el trabajo y analizar los resultados, se miró la necesidad de implementar un proyecto de educación ambiental relacionado con los residuos sólidos, cuyo fin era informar a la comunidad interesada, sobre las herramientas, metodologías y técnicas relacionadas con el manejo de los desechos como también la problemática generada por estos y finalmente, darles a conocer las alternativas de solución, entre otras.

9.1.1 Antecedentes. En el campo educativo se detecta que las políticas y estrategias educativas que cada país adopta no siempre favorecen, en la práctica, los nexos entre Educación y medio ambiente por un lado, y entre Educación formal y no formal por otro.

Como herramientas de conexión entre educación y medio ambiente se pueden considerar las siguientes:

- Entender la escuela (en sentido amplio, las instituciones educativas) como parte de la comunidad, integrando los trabajos escolares con los trabajos comunitarios.
- Considerar que, precisamente, los problemas ambientales pueden constituirse en el nexo fundamental entre las acciones de la escuela y la comunidad.
- Aprovechar las oportunidades de las reformas educativas para crear apoyos o recursos externos orientados a la Educación Ambiental en la escuela, que favorezcan las relaciones sistemáticas entre la Educación Ambiental formal y la no formal.
- Establecer vínculos entre la escuela y el municipio, orientados a la mejora de los conocimientos y prácticas ambientales (problemas del entorno natural y de las culturas locales).
- Estimular los contactos entre los líderes comunitarios y los responsables de centros educativos de cualquier nivel, de modo que unos y otros puedan poner en común los problemas ambientales locales y sus posibles alternativas de solución.

La Educación Ambiental se configura así como un acto político, una herramienta para la construcción de la autonomía personal y comunitaria, para la adquisición de la capacidad de decidir y para la construcción de un “poder” que debe ser ejercido descentralizadamente por todos los grupos y por todas las personas. Existe el convencimiento generalizado de que la solución a los problemas ambientales no vendrá tanto por el altruismo de los grupos privilegiados cuanto por la conquista de sus derechos por los grupos desfavorecidos.

La Educación Ambiental se entiende como un proceso permanente, donde la continua construcción de los conocimientos se produce en torno a los problemas, a partir de los preconceptos de las personas que participan en las experiencias educativas, con el apoyo de distintas disciplinas

9.1.2 Planteamiento del problema. En el municipio de Bolívar al igual a la mayoría de municipios de Colombia no presenta una verdadera conciencia ecológica, esto se refleja en el bajo interés que muestra la comunidad hacia los aspectos ambientales esto se debe a que la educación ambiental en escuelas y colegios se viene implementando hace poco.

Tal situación representa que la mayoría de adultos no ha recibido ningún conocimiento referido al cuidado del ambiente y esto se refleja con mayor proporción en las comunidades menos favorecidas que es en donde se presentan los verdaderos problemas ambientales.

Uno de los principales problemas ambientales que se presenta en la sociedad es el generada por los residuos sólidos el cual se presenta por la baja conciencia de los habitantes quienes presentan una cultura consumista, y el municipio de Bolívar no hace la excepción lo que se demuestra en las encuestas realizadas por el grupo técnico del PGIRS donde se muestra un nivel bajo de participación en actividades como reciclaje, reuso y separación de los residuos en las viviendas.

La falta de estas prácticas contribuyen en una buena proporción a generar la problemática relacionada con los residuos sólidos que se presenta en la cabecera municipal la cual incumbe a toda la comunidad puesto que estos afectan directamente a la salud pública debido a que la basura es foco de enfermedades como la disentería, el tifo entre otras.

Por otro lado, es importante mencionar que la comunidad carece del conocimiento de herramientas para exigir sus derechos de mantener un ambiente sano para proteger su salud, entre esas herramienta se encuentran la legislación ambiental.

Otro aspecto importante es que la comunidad conoce los problemas pero no se atreve a exigir es decir la comunidad no hace participación ciudadana lo cual conlleva a que el municipio retrase las actividades encaminadas a ejecutar los proyectos relacionados con el manejo de residuos sólidos, para ejecutar otros diferentes al mejoramiento del medio ambiente.

En cuanto al PGIRS es muy poca la gente que tiene el conocimiento del por que implementar dicho plan, de cuales serán sus objetivos, sus efectos y cuales serán sus beneficios, caso desfavorable puesto que uno de los principios básicos de la gestión es la participación comunitaria la cual es de gran importancia al ejecutar el PGIRS porque esa es la forma de que se comprometan con los planes de cumplimiento.

9.1.3 Justificación. La educación ambiental es una necesidad para todos los sectores sociales puesto que de esta depende el futuro de nuestro medio ambiente, es por eso que frente a la situación actual del mundo la sociedades le han dado una mayor importancia a los problemas ambientales y a sus causas, por tanto se ha considerado a la educación ambiental como un medio de sensibilización para las comunidades.

En cuanto a la producción de residuos sólidos, lograr una sensibilización no es nada fácil ya que la producción de desechos sólidos esta ligado al consumo de productos fabricados. Este consumo ha ido en aumento lo cual se debe al incremento de la industrialización donde con máquinas de alta tecnología producen una mayor cantidad en un menor tiempo, los productos fabricados con ayuda de la exagerado promoción por los medios de comunicación hace que los productos lleguen a los hogares casi inconscientemente, donde al poco tiempo se consideran indeseables y son devueltos al medioambiente.

En Colombia esta situación no es diferente y la producción de residuos sólidos aumenta con los años, para atacar este problema se debe tener en cuenta los municipios en donde se producen hasta 0,6 Kg de basura por persona/día, cifra que se pueden disminuir con la concientización y la realización de proyectos de educación ambiental enfatizado en el manejo de los residuos sólidos y aprovechando que en comunidades pequeñas es más fácil acordar con pequeños grupos actividades de educación.

En cuanto al municipio de Bolívar el proyecto de educación ambiental, más que una sensibilización es una información del estado del manejo de los residuos sólidos en el municipio puesto que en la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos sólidos es necesaria una socialización con los grupos interesados para involucrar a la comunidad en el proceso para que así se efectúe la participación ciudadana que es uno de lo componentes fundamentales en una gestión exitosas de los residuos sólidos<sup>27</sup>.

La participación comunitaria es primordial en cada uno de las fases de la planeación y de la gestión. La comunidad a través de procesos de educación ambiental en el área de residuos sólidos, ayuda a lograr los diagnósticos, definir necesidades, a fijar prioridades, a realizar los planes, a supervisar la ejecución. En etapas como la de ejecución pueden existir grupos informales de reciclaje que ayuden en los proceso, puede fomentar la creación de microempresas de compostaje u otra.

---

<sup>27</sup> Universidad de los Andes, Ministerio del Medio Ambiente. Manejo Integral De los Residuos sólidos Municipales, Colección Saberlo Hacer.

#### 9.1.4 Objetivos

- Objetivo específico.
  - Fortalecer la comunidad de la cabecera municipal de Bolívar en todos los conceptos, metodologías, técnicas y procesos referentes al manejo de residuos sólidos, para así fomentar una cultura de aprovechamiento.
  
- Objetivos específicos.
  - Elaborar el contenido para el proceso de educación ambiental de residuos sólidos haciendo énfasis en las alternativas de disposición final relacionadas con el compostaje, el reciclaje y lombricultivo.
  - Dar a conocer a los participantes del proyecto de educación, la problemática relacionada con el manejo de los residuos sólidos que se vive en el municipio como también las normas y conceptos relacionados con el tema.

#### 9.1.5 Metodología.

- Reconocimiento de la comunidad.

Es indispensable como primera medida realizar un reconocimiento a la comunidad con el fin de observar y analizar el nivel de conocimiento que presentan frente a las diferentes problemáticas del municipio asociadas con los residuos sólidos, para así identificar los puntos de mayor prioridad en el momento de implementar de realizar el proceso de educación.

- Implementación del plan.

Una vez reconocida la población objetivo se procederá a efectuar el proceso de educación ambiental. Dentro de esta propuesta se establece un contenido modelo para tal proceso de educación, como herramienta de divulgación para el procedimiento realizado en el municipio con el “Plan de Gestión integral de Residuos Sólidos” PGIRS.

- Socialización.

Como parte del proceso de educación ambiental se dispondrá del tiempo necesario para realizar una retroalimentación del proceso, en la cual la

comunidad exprese sus ideas, preguntas, sugerencias o necesidades respecto a los temas evaluados.

9.1.6 ¿A quién va dirigido? Este proyecto de educación va dirigido a las comunidades de la cabecera municipal a quienes les interese el tema como personas relacionadas con el servicio de aseo, usuarios del servicio, entidades públicas, profesores, alumnos entre otras. Con este proceso de educación se espera formar a las comunidades en técnica de aprovechamiento de residuos Sólidos para que se organicen y la implementen en el municipio y lograr así disminuir la producción de dichos residuos.

#### 9.1.7 Temario

- Legislación ambiental.
  1. Decreto 1713 de 2002
  2. Decreto 1505 del 2003
  3. Resolución 1045 de 2003
- Problemática general del municipio.
  1. Separación en la fuente
  2. Sitio de Disposición Final
  3. Comunidad Recicladora
  4. Educación Ambiental
  5. Impactos Ambientales negativos generados
    - Contaminación del Recurso Agua
    - Contaminación del Recurso Aire
    - Contaminación del Recurso Suelo.
- Alternativas de solución.

Compostaje.

- a ¿Qué es?
- b ¿Por qué el Compostaje?

- c     ¿Con qué se produce el compost?
- d     Categorías de los residuos orgánicos
  - Residuos pecuarios
  - Residuos agrícolas
- e     Distribución del área de Compostaje
  - Área de corte o fraccionamiento.
  - Área de transformación
  - Área de maduración
  - Área de empaque y almacenamiento
  - Área administrativa
- f     Consideraciones
  - Maduración de compost
  - Regulación de humedad
  - Presentación del producto
  - Empaque
  - Utilización
- g     Ventajas del Compost
- h     Uso de ayudantes para el compostaje
  - Aplicación del producto
- i     Cosecha
  - Características del compost para la cosecha
    - Estructura
    - Color
    - Olor
    - pH
    - Humedad
    - Microorganismos patógenos
    - Metales pesados
    - Calidad del compost
    - Cantidad a cosechar.

Lombricompuesto.

- a. ¿Qué es?

b. Alimentos para la Siembra

- Características físicas y químicas
- Cantidad inicial de alimento

c. Alimentación de la lombriz

- clasificación del alimento
- mezclas de alimentos
- calidad del alimento

d. Ubicación

- Luminosidad
- Viento
- Techos
- Terreno
- Camas en tierra (sobre la superficie, por excavación, por elevación, en cemento, otras)

e. Funcionamiento de la lombriz eisenia foetida

f. El Potencial de la Lombricultura

Reciclaje.

a ¿Qué es?

b ¿Cómo se Reciclan los Materiales?

c Ventajas del Reciclaje

d Alternativa para el mejoramiento de las condiciones actuales en lo referente al manejo de los residuos sólidos en la Institución.

e ¿Cómo desarrollar un proyecto de reciclaje en los colegios?

Ayudas Audiovisuales

9.1.8 Duración del plan de educación. Ya obtenida la comunidad a quien va dirigido el proyecto de educación, se plantea que para acordar con la comunidad los horarios, la búsqueda del un lugar con el espacio adecuado, y la búsqueda del equipo para el material audiovisual se dedicaría un tiempo de tres días y para desarrollar el contenido de las clases se planea considerar un tiempo de cinco días, en total el tiempo de duración será de ocho días hábiles.

### 9.1.9 Presupuesto

Item	Valor en peso por Día	A1 (3 días)	A2 (5 días)	Total en pesos
Transporte	56000	168000	280000	448000
Alimentación	20000	60000	100000	160000
Hospedaje	20000	60000	100000	160000
Papelería	-	-	-	200.000
TOTAL				968.000

A1: Concertación de horarios y búsqueda del lugar y equipos

A2: Desarrollo del contenido de las clases.

### 9.1.10 Bibliografía

- Ministerio del Medio Ambiente. “Instalación, Manejo y Comercialización de la Lombricultura y el Compostaje”, Multimedia, 2000.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Guía Para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Municipios Menores de 50.000 Habitantes. Módulo 1: Diagnostico integral de residuos sólidos y análisis brecha. Colombia febrero del 2005.
- República de Colombia. Decreto 1713 de 2002, Agosto 6, sobre la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos. Bogotá; Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial 2002.
- República de Colombia. Decreto 1505 de 2003. Junio 4, Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003.
- República de Colombia. Resolución 1045 de 2003. Septiembre 26, Por el cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 2003.
- Universidad de los Andes, Ministerio del Medio Ambiente. Manejo Integral De los Residuos sólidos Municipales, Colección Saberlo Hacer. Bogotá, Colombia Universidad de los Andes. 2.001. Pág 38 a 40



## 9.2. RESULTADOS DEL PROYECTO DE EDUCACIÓN AMBIENTAL.

Dentro de la población de la cabecera municipal la comunidad que prestó mayor interés con el tema relacionado con los residuos sólidos y su aprovechamiento fue la comunidad estudiantil dirigidos por sus profesores de biología a quienes se les suministró parte del material de consulta para el desarrollo del contenido como también las ayudas audiovisuales (ver anexo D)

9.2.1. Cumplimiento de los objetivos. Con este proyecto de educación ambiental se logró la sensibilización, promoción y capacitación de la comunidad estudiantil ya que se les proporcionó todos los conceptos, metodologías, técnicas y procesos referentes al manejo de residuos sólidos, para así intentar fomentar una cultura de aprovechamiento para lograr disminuir la producción de dichos residuos.

9.2.2. ¿A quién fue dirigido? Este plan de educación fue dirigido a estudiantes de algunos colegios del municipio, en un inicio se pensaba dirigirlo a estudiantes de grado 11<sup>o</sup>, pero por petición de los profesores fue conducido a estudiantes del grado 6<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 8<sup>o</sup> quienes ya tenían sus respectivos grupos ambientales los cuales deseaban implementar alguna de estas alternativas en su colegio y de este modo participar en la disminución de la producción de residuos sólidos (ver anexo B 11.1).

Los colegios que hicieron parte de este plan de educación fueron el Marco Fidel Suárez y el Instituto Educativo Santa Catalina de Laboure; de este último participaron estudiantes que pertenecen a un grupo denominado Por un Bolívar Mejor (PBM) los cuales están coordinados por el hospital de la región y por la policía. En el anexo D se muestra la lista de asistencia de los grupos de estudiantes.

9.2.3. Resultados y su análisis. Con este proceso de educación se generó la iniciativa de los estudiantes, para realizar un proyecto de compostaje con los residuos sólidos provenientes del colegio y de esta manera contribuir con el proceso de concientización que en un inicio comienza por los estudiantes y luego terminará en la comunidad; de igual forma con este proyecto de educación se confirmó el interés que tiene la comunidad estudiantil con toda la problemática asociada con los residuos sólidos, tanto así que manifestaron su deseo de visitar el botadero para observar su situación y luego exhibir sus sugerencias al Alcalde; el proyecto de educación le suministró a los estudiantes las herramientas necesarias, como es la legislación ambiental, para que tengan conocimiento de como la administración debe hacer gestión con el tema relacionado con los residuos sólidos.

## 10. CONCLUSIONES.

- La participación en las diversas acciones tendientes a formular el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS en la Cabecera Municipal de Bolívar, Departamento del Cauca, fue una experiencia práctica que condujo a conocer el verdadero manejo que se debe dar a los residuos sólidos, como también conocer su respectiva normatividad y por último vivenciar la situación del manejo de los residuos sólidos en el departamento como en el país.
- Las principales actividades urbanas que son focos en la generación de residuos sólidos son en su mayor parte la venta de verduras, hortalizas y en general productos agrícolas en la galería municipal, también en los restaurantes ya sea comerciales como institucionales, por ejemplo restaurantes escolares. En el sector comercial lo que más se produce son residuos no biodegradables.
- La encuesta comunitaria produjo información importante de la comunidad con respecto a la situación de los residuos sólidos como que el 94% de las viviendas no reutiliza, el 86% de las viviendas no separa, el 70% de los hogares esta dispuesto a separar los residuos y el 52% de los habitantes esta conforme con el servicio de aseo, datos importantes a la hora de elaborar el PGIRS.
- La caracterización física de los residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercado generó resultados tan importantes como la producción Per Cápita de residuos sólidos PPC que en este caso es de 0,29 Kg/hab/día; por otro lado, de la caracterización se obtuvieron datos tales como la cantidad de residuos sólidos domiciliarios producidos equivalentes a 50.92 Ton/mes, en tanto que en la galería municipal se produce un valor igual a 11.95 Ton/mes y en general en la Cabecera Municipio de Bolívar se producen en total 76.37 Ton/mes de los cuales el (65.86%) pertenecen a residuos sólidos fácilmente biodegradables, el (24.31%) corresponde a residuos inorgánicos y el restante, comprende los residuos no aprovechables igual a (9.8%;).
- El método de disposición final no cumple con la mayoría de requerimientos necesarios para su buen funcionamiento lo que conlleva a generar efectos negativos a la salud pública como también al medio ambiente y por otra parte incumple con las exigencias de la ley. Todo esto tiene como principal causa el bajo interés que presta la Administración Municipal hacia los temas relacionados con el manejo de los residuos sólidos

- Con este trabajo se determinó que la alternativa de mayor viabilidad económica para el manejo de residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercado es el compostaje, puesto que presenta una rentabilidad del 14,54% para el primer año y para el segundo año en adelante la rentabilidad es de 68,43%, en cuanto al proyecto del lombricompost sólo tiene una rentabilidad de 0,30% en el primer año e igual rentabilidad que el compostaje para los años siguientes.
- Con el proyecto de educación ambiental se logró la sensibilización, promoción y capacitación de estudiantes de 6º, 7º, 8º y 9º grado de los Colegios Marco Fidel Suárez e Instituto Educativo Santa Catalina de Laboure, ya que se les proporcionó todos los conceptos, metodologías, técnicas y procesos referentes al manejo de residuos sólidos, para así intentar fomentar una cultura de aprovechamiento para lograr disminuir la producción de dichos residuos.
- Con el proyecto de educación ambiental quedó la iniciativa en cada colegio de realizar un proyecto de compostaje con la materia orgánica producida en los mismos, esto se debe en gran parte a la responsabilidad que estas instituciones tienen con el medio ambiente, por lo cual los colegios poseen sus respectivos grupos ambientales.

## 11. RECOMENDACIONES

- En Bolívar al igual que en la mayoría de los municipios del país el número de habitantes es un dato dudoso puesto que en muchas ocasiones al hacer la consulta en diferentes entidades las estimaciones resultan diferentes; por otro lado la fecha de obtención de los resultados no es muy reciente, de tal modo se recomienda para futuras formulaciones de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, en medida de sus posibilidades económicas, realizar un censo para así obtener una información más actualizada. Esto con el objetivo primordial darle más certeza a los alcances que se requieren en PGIRS
- Teniendo en cuenta que la producción de residuos sólidos en el municipio se compone en su mayor proporción de material fácilmente biodegradable y considerando que la principal actividad económica del municipio es la agricultura, lo que representa una buena demanda de productos para el mejoramiento del suelo, se recomienda como una alternativa de solución a la problemática generada por los residuos sólidos domiciliarios y de plaza de mercado, implementar un proyecto de compostaje el cual se demostró en este trabajo que es viable económicamente. Y como es sabido el proyecto además de ser viable financieramente también es viable ambiental y socialmente.
- Uno de los principales efectos del mal funcionamiento técnico y operativo del sitio de disposición final es la contaminación del recurso agua, por lo cual se recomienda desarrollar un sistema de monitoreo de calidad hídrica en el área de influencia del relleno sanitario, donde se incluya los cuerpos de agua tanto subterráneas como superficiales. Este monitoreo debe constar de un estudio hidrogeológicos, estudio de la composición y cantidad de los componentes para el control del líquido lixiviado y determinación de la técnica de toma de muestras y control de calidad.
- Como los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, están relacionados directamente con la comunidad se recomienda extender la capacitación a toda o gran parte de esta involucrándolos en los procesos y actividades relacionadas con el manejo de los residuos sólidos y así obtener mejores resultados.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Cantanhede. A. y Sandoval. L. “Rellenos Sanitarios Manuales” Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y Ambiente. Organización Panamericana de la Salud. Oficina Sanitaria Panamericana-Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud. [online] [www.cepis.ops-oms.org](http://www.cepis.ops-oms.org)
- Collazos P, Duque M, Residuos Sólidos. 5ª edición. Santa Fe de Bogota. ACODAL. 1998. pag. 144.
- Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Guía Para Elaborar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Municipios Menores de 50.000 Habitantes. Módulo 1: Diagnostico integral de residuos sólidos y análisis brecha”. Santa Fé de Bogotá.
- Giraldo, G E. y Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Manejo Integral De los Residuos sólidos Municipales”. Bogota, Colombia. 2001. Medio magnético.
- Guevara, S. R, P. “Pasantía: Participación en el plan de manejo integral de residuos sólidos en el municipio de Bolívar-Cauca”. 2006
- Implicaciones de la contaminación del suelo por residuos y enfoques preventivos México 2004. Internet. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/345/implicac.html>; acceso el 30 junio del 2006.
- Instalación, manejo y comercialización de la Lombricultura y el Compostaje, Unicef – SENA – MinDesarrollo – MinAmbiente – SSPD – CRA – IDEA - Embajada de Holanda - Alcaldía de Bello, medio magnético, 2001.
- Manual de lombricultura. Curso de lombricultura, por Internet <[WWW.Manualdelombricultura.com](http://WWW.Manualdelombricultura.com)>, acceso el 4 de noviembre del 2005
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “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” Santa Fé de Bogotá. 2002.

- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. “Decreto 1713 de 2002. Con relación a los Planes de gestión integral de residuos sólidos, PGIRS. Santa Fé de Bogotá. 2002.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Guía ambiental para la selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos” Santa Fé de Bogotá. 2002.
- Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Guía ambiental, rellenos sanitarios” Santa Fé de Bogotá. 2002. Medio magnético.
- Ministerio de Desarrollo. “Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2000”. Santa Fé de Bogotá.
- Ministerio del Medio 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” Santa Fé de Bogotá. 2003.
- Plan Básico de Ordenamiento Territorial Bolívar - PBOT-2.002
- Sakauray. K. “Método Sencillo de Análisis de Residuos Sólidos”. [online]. Organización Mundial de la Salud. CEPIS-OPS. Internet disponible en:  
<http://www.cepis.org.pe/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt017.html>
- Silvina Robillos. Tratamiento de los residuos sólidos urbanos domiciliarios mediante lombricultura.2000. Internet. Disponible en:  
<http://www.estruplan.com.ar/Articulos/verarticulos.asp?IDArticulo=65>, acceso el 4 de noviembre del 2005
- TCHOBANOGLIOUS, G, Gestión Integral de residuos Sólidos .Madrid. Mc.-Graw-Hill. 1998 p.3-9
- Universidad de los Andes, Ministerio del Medio Ambiente. Manejo Integral De los Residuos sólidos Municipales, Colección Saberlo Hacer. Bogotá, Colombia Universidad de los Andes. 2.001. pag. 17 a 21 - 39 a 41

## ANEXOS.

### ANEXO A: FORMATO DE LA ENCUESTA.

#### Anexo A 7.1

FORMULACION PLAN DE GESTIOAN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS "PGIRS"  
MUNICIPIO DE BOLIVAR – CAUCA.  
MAYO DE 2005.

#### ENCUESTA PARA EL SECTOR RESIDENCIAL

##### PARTE I INTRODUCCIÓN A LA ENCUESTA

Señor (a), Buenos días / buenas tardes

Mi nombre es \_\_\_\_\_, Yo trabajo con el grupo técnico que actualmente esta elaborando el Plan de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos Municipales. Por este motivo, nos gustaría conocer su opinión sobre este tema.

Para esto queremos hacerle unas preguntas que tardarán un tiempo máximo de 15 minutos. Le aclaramos que la información que Usted nos brinde es confidencial y que no hay respuestas ni buenas ni malas, por tal motivo conteste con toda la libertad del caso.

Encuesta No \_\_\_\_\_

Vivienda No \_\_\_\_\_

FECHA: Día 9 Mes 06 Año 05

Hora Inicio Encuesta  AM  PM

Estado Encuesta: Completa  Incompleta

##### SERVICIO DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

MUNICIPIO Bolivar FECHA 9 Junio 05 ENCUESTA No \_\_\_\_\_

##### INFORMACION GENERAL

Pregunte por el jefe del Hogar o un adulto responsable. Si no está pase a la vivienda Siguiente.

1. Barrio Cristo Rey 2. Dirección Cra 2ª #

3. Sexo del Encuestado: Masculino  Femenino \_\_\_\_\_

4. Hasta que año estudió? Primaria: \_\_\_\_\_ Bachillerato:   
Tecnológico: \_\_\_\_\_ Universitario: \_\_\_\_\_

5. Cuantas personas viven en esta casa?: 3

6. Cuantas de ellas trabajan?: 1

7. En que trabajan? (Si dos o mas personas realizan la misma actividad, escriba el total)

ACTIVIDAD	CUANTAS PERSONAS?
A. Comerciante	
B. Empleado público	
C. Agricultor	
D. Tendero	
E. Docente	
F. Minero	
F. Otro	Independiente

### INFORMACION SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA VIVIENDA

8. Reutiliza las basuras que se producen en su vivienda? SI  NO

Si la respuesta es SI, Diga cuales

- Residuos de alimentos                       Plástico  
 Papel y Cartón                                 Vidrio  
 Otro, especificar \_\_\_\_\_

9. Separa algún tipo de basura para entregarla luego al servicio municipal o al reciclador? SI  NO

Si la respuesta es SI, Diga cual

- Residuos de alimentos                       Vidrio  
 Papel y cartón                                 Metales  
 Plástico     Otros, especifique: \_\_\_\_\_

10. Que hacen finalmente con la basura?

A. Entrega la basura al servicio municipal

SIEMPRE                       ALGUNAS VECES                       NUNCA

Por que? siempre se recoge bastante y no hay donde cobrar

---

---



- B. Río o quebrada  E. A la calle   
 C. Al solar  F. La entierra   
 D. La quema  G. Otro  Cual? \_\_\_\_\_

Si la respuesta siempre es A, continúe con la pregunta 11, de lo contrario pase a la pregunta 16.

**SI ENTREGAN LA BASURA AL CARRO RECOLECTOR (Conteste)**

11. Cuantas veces por semana pasa el servicio Municipal? 2

12. Cuanto paga por el servicio de asco? \$ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

No sabe/No responde

(Coloque el valor que paga y cada cuanto: mensual, semestral, anual, etc.)

13. Como considera el servicio actual: Bueno  Regular  Malo

Por que? siempre pasan recogiendo la basura

14. Que recipiente usa Usted en casa para almacenar sus basuras (presentación)?

- A. Costal  D. Bolsa plástica colocada en tarro   
 B. Bolsa plástica  E. Otro  Cual? \_\_\_\_\_  
 C. Tarro plástico

15. Donde presenta sus basuras al carro recolector?

- A. En la acera de la casa   
 B. En la esquina mas próxima   
 C. En otro sitio, especificar \_\_\_\_\_

16. Estaría dispuesta a separar la basura en su vivienda? SI  NO

17. Como se limpia la calle donde vive?

- A. No se hace   
 B. La barre el servicio Municipal   
 C. La barren los vecinos  Cada cuanto? Dia por medio

**INFORMACION SOBRE INGRESOS Y CAPACIDAD DE PAGO.**

18. La casa es: Propia  Alquilada  Valor del Alquiler \$ 130.000  
No sabe/No responde

En este momento tiene algún préstamo? SI  NO  Valor del préstamo \$ \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
No sabe/No responde

(Coloque el valor que paga y cada cuanto. Mensual, semestral, anual, etc.)

19. Cuanto pagó la última vez por el recibo de energía? \$ 2277 / mensual  
(Mensual o bimensual)

20. Cuanto pagó la última vez por el recibo de acueducto? \$ 6000 / mensual  
(Mensual o bimensual)

21. Cuanto pagó la última vez por el recibo de teléfono? \$ 16200 / mensual  
(Mensual o bimensual)

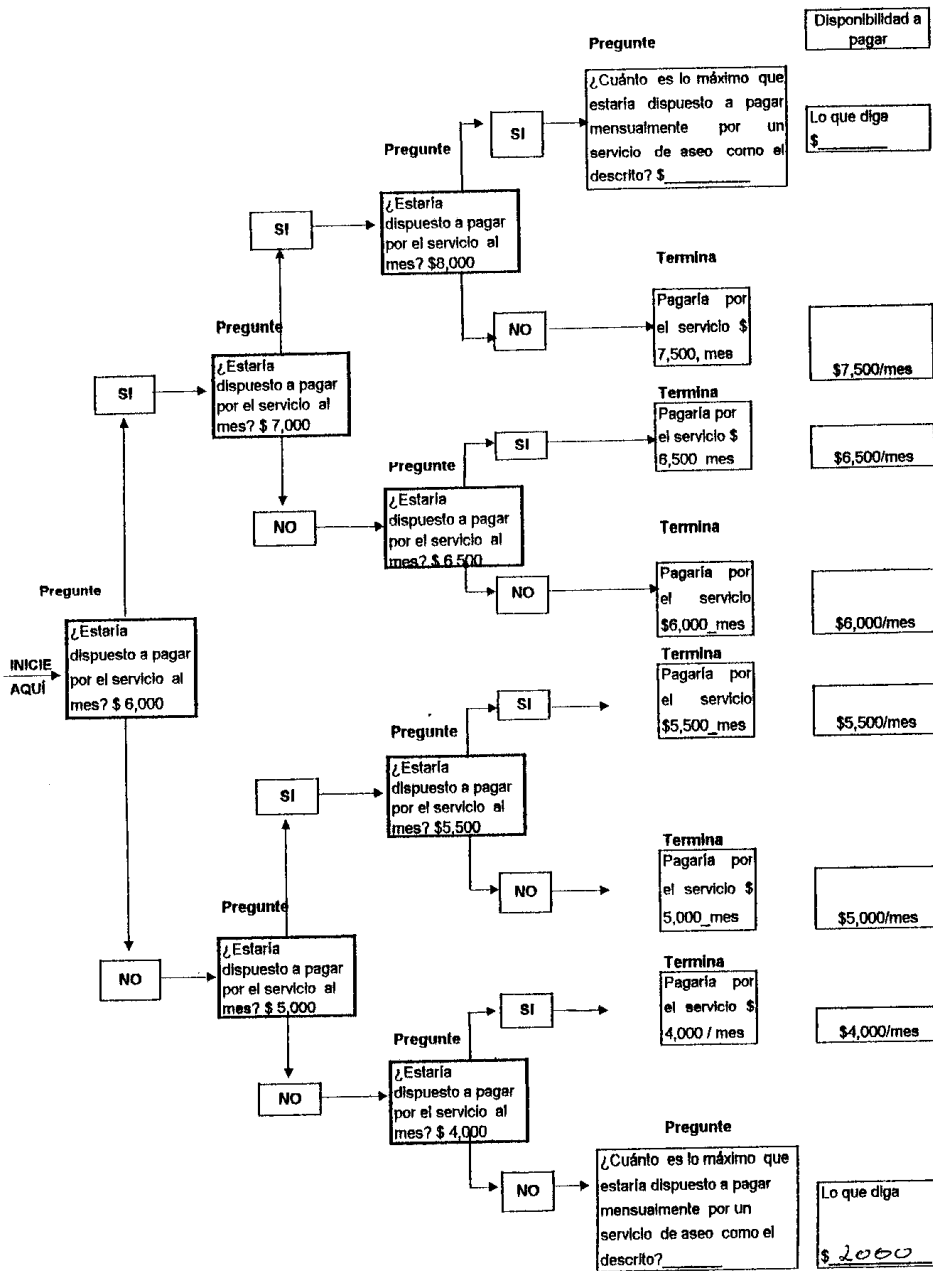
22. Cuanto pagó la última vez por el recibo de televisión? \$ 3500 / mensual  
(Mensual o bimensual)

23. Cuanto gasta su familia en alimentación? \$ 5000 / diarios  
(Diario, Mensual o bimensual)

24. Cuanto gasta mensual en la educación de sus hijos? \$ 2500 / semana

25. Cual es el ingreso mensual de la familia? \$ 175000 / mensual

26. A continuación se presentan algunas opciones para que conteste con tranquilidad, esto no conlleva ningún compromiso. Si se garantizara un buen servicio de aseo, con recolección cerca de su vivienda, en horarios puntuales, al menos dos veces a la semana y con una disposición final adecuada protegiendo el medio ambiente y la salud de la comunidad:



OBSERVACIONES:

ENCUESTADOR: Yanit Paganmija

SUPERVISOR

ANEXO B: IMÁGENES.

Anexo B 5.1

Figura 11. Clasificación y pesaje de los residuos.



Anexo B 8.1

Figura 12. Galería Municipal de Bolívar.



a) Interior de la galería.



b) Exterior de la galería.

Anexo B 9.1

Figura 13. Situación que en este momento se vive en el sitio de disposición final del municipio.



a) Valla informativa.



b) Presencia de familias recicladoras.



c) Quebrada en cercanías al botadero.



d) Contaminación del recurso suelo.



e) Lodazal en época de invierno.



f) Presencia de animales.

Anexo B 10.1

Figura 14. Caso de manejo de residuos orgánicos a través del compostaje en el Municipio de Silvia Cauca.



a) Recolección.



b) Lugar del proceso.

Anexo B 11.1

Figura 15. Implementación del proyecto de educación ambiental en el Colegio Marco Fidel Suárez.



ANEXO C: UBICACIÓN DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL.

Anexo C9.1

Figura 16. Ubicación del Botadero en el municipio de Bolívar

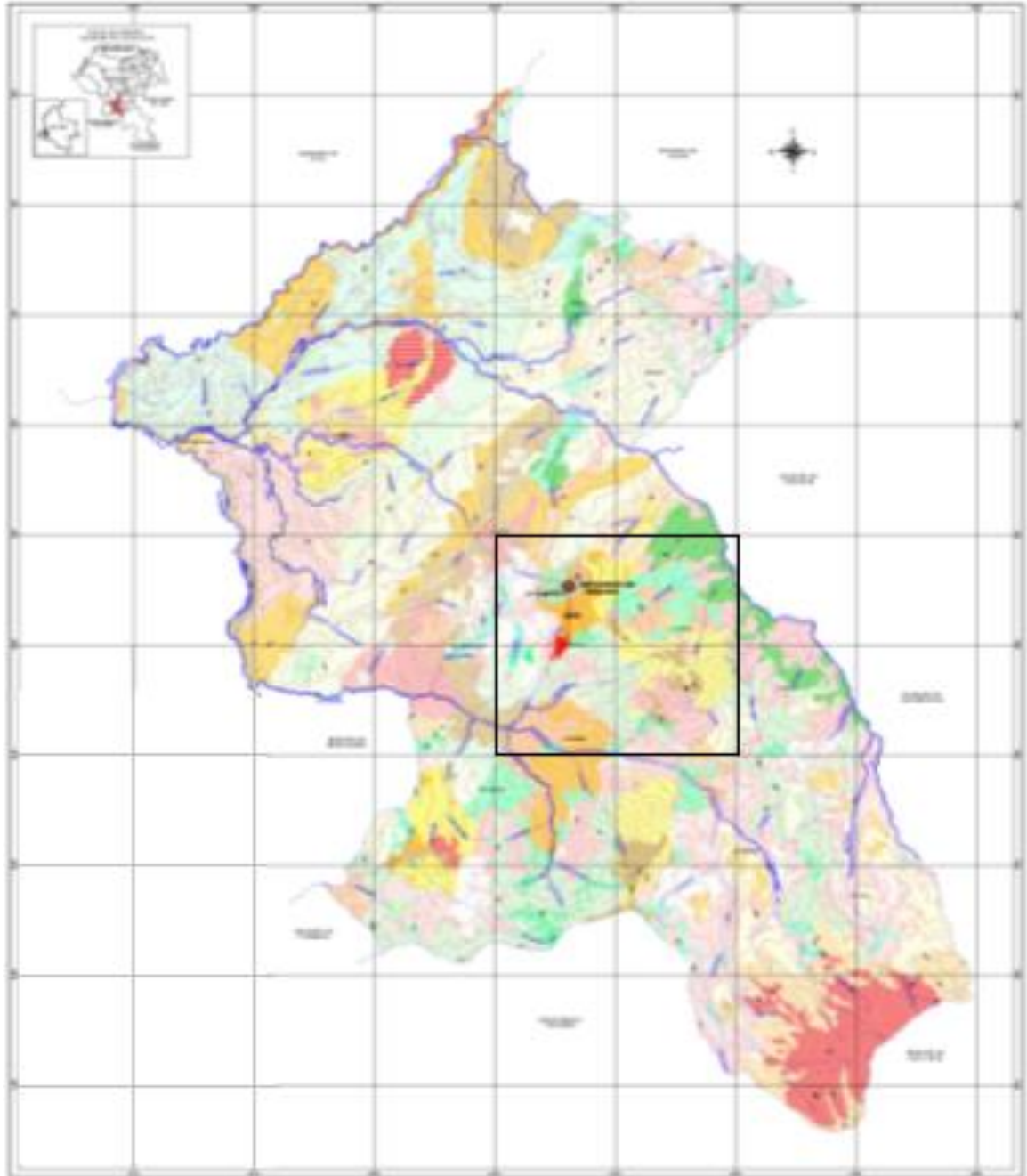
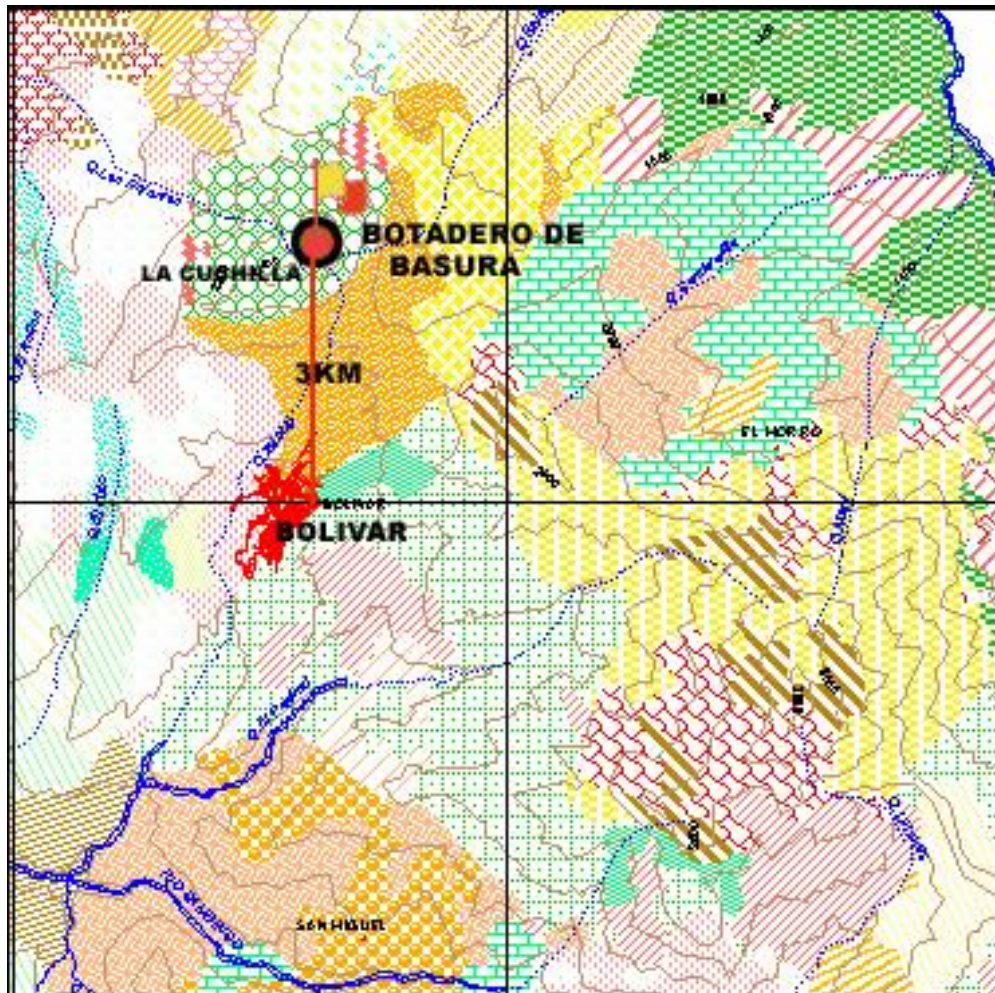


Figura 17. Acercamiento de la ubicación del botadero de basura





ANEXO D: DIAPOSITIVAS. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE EDUCACIÓN.

Anexo D 11.1

**PLAN DE EDUCACION AMBIENTAL**

**ROCIO GUEVARA  
JOHANA URBANO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERIA AMBIENTAL**

**EDUCACION AMBIENTAL  
RESIDUOS SOLIDOS**



**RESIDUOS SOLIDOS**



Legislación Ambiental

Problemática del Municipio

Alternativas de Solución

**RESIDUOS SOLIDOS**




Legislación Ambiental

Problemática del Municipio

Alternativas de Solución

**RECICLAJE**



**¿QUÉ ES?**

Es una de las alternativas utilizadas para la reducción del volumen de los desperdicios sólidos. Consiste en volver a utilizar los materiales que fueron desechados, ya que aún son aptos para elaborar otros productos o refabricar los mismos. Ejemplo de materiales reciclables son los metales, el vidrio, el plástico, el papel, el cartón y otros.

**LEGISLACION AMBIENTAL**

- Decreto 1713 / 2002: Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, 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.
- Decreto 1505 / Junio 2003: Por el cual se parcialmente el Dec 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y otras disposiciones.
- Resolución 1045 / Septiembre 2003: Por la cual se establece la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones.

## PROBLEMATICA DEL MUNICIPIO



- Separación en la fuente
- Sitio de Disposición Final
- Comunidad Recicladora
- Educación Ambiental




**Impactos Ambientales Negativos**  
 Contaminación del Recurso Agua  
 Contaminación del Recurso Aire  
 Contaminación del Recurso Suelo  
 Contaminación Visual

## Separación en la Fuente

- 1 La población no ha sido consciente del impacto positivo que una cultura de reuso, iniciada desde una buena separación en la fuente, puede tener para mejorar su calidad de vida y contribuir a un ambiente sano.
- 2 Poca implementación de Planes de Educación ambiental desde escuelas, colegios y comunidad en general.

## Sitio de Disposición Final

- 1 Tratamiento adecuado para gases y lixiviados; considerando que este sitio de disposición final se encuentra limitado por dos fuentes de agua.
- 2 Cabe resaltar también la manera en que se está trabajando en el sitio, pues el material de cobertura, técnicamente es inadecuado para eliminar el problema de los malos olores.
- 3 Las situaciones ya descritas, comprometen al municipio frente a la normatividad existente.
- 4 Mala disposición final, esto ha generado un detrimento en la vida útil del relleno, desencadenando otros problemas como la consecución de un nuevo sitio para la disposición final.




## Comunidad Recicladora

- 1 Presencia de familias que trabajan en el Sitio de Disposición Final recuperando los residuos reutilizables.
- 2 Estas familias, se enfrentan a una situación de alto riesgo en su salud, puesto que no cuentan con los elementos de protección necesarios para la manipulación de los residuos, como lo son guantes, tapabocas, botas y vestuario adecuado.



## Impactos Ambientales Negativos


- Impactos sobre la salud pública.
- Impactos sobre la seguridad personal.
- Contaminación del aire.
- Contaminación de las aguas superficiales.
- Contaminación de las aguas subterráneas.
- Contaminación visual.
- Consumo exagerado de recursos naturales.





## CONCEPTOS GENERALES

### El compostaje



Es un proceso de reciclaje que mediante descomposición biológica aprovecha la materia orgánica contenida en los residuos sólidos

Ampliar tema

**CONCEPTOS GENERALES**

**Residuos sólidos orgánicos de biodegradación rápida**

Todo material orgánico que se degrade rápidamente es el deseable para utilizarlo en un compost



Ampliar tema


Compostaje

**INSTALACIÓN**

**Selección del sitio**

Para seleccionar el sitio se debe tener en cuenta:

- Cantidad de materia orgánica a tratar
- Área disponible
- Disponibilidad agua y energía
- Cercanía de las viviendas
- Pluviosidad y vientos dominantes



Ampliar tema

Compostaje

**INSTALACIÓN**

**Distribución del área de compostaje**

Debe disponerse área para:

- Alimentación y molienda
- Almacenamiento
- Pilas o montones
- Circulación
- Empaque o beneficio
- Servicios públicos y administración



Ampliar tema

Compostaje

**MANEJO Y COSECHA**

**Manejo del compostaje**

**El proceso y características**

**Selección, disposición y fraccionamiento**

**Apilamiento y control de humedad**

**Uso de ayudantes biológicos**

**Cosecha**



Ampliar tema

Compostaje

**BENEFICIO Y COMERCIALIZACIÓN**

**Beneficio**

Para el beneficio y mercadeo se debe tener en cuenta:

- La regulación de humedad
- La presentación del producto
- El empaque y su utilización



Continuar

Ampliar tema

Compostaje


**CASOS ILUSTRATIVOS**

**Casos en desarrollo**

- Bello - Antioquia
- Montebello - Antioquia

**Caso ilustrativo**

- Silvia - Cauca



Ampliar tema


Compostaje

**CONCEPTOS GENERALES**

- Introducción
- Reseña histórica
- Potencial
- Características generales
- Anatomía y fisiología
- Funcionamiento
- Cultivo

**¿Que es lombricultura ?**


La lombricultura es la técnica de criar en cautiverio lombrices, logrando obtener una rápida y masiva producción y crecimiento en espacios reducidos, utilizando para su alimentación materiales biodegradables de origen agrícola, pecuario, industrial y casero, produciendo como resultado la transformación de los desechos en biomasa y humus ( abono orgánico ) de alta calidad.



Lombricultura

**INSTALACIÓN**

- Ubicación
- Construcción de camas
- Siembra inicial




Es la estructura que adecuamos para la mejor y mayor producción de la lombriz roja californiana en beneficio propio, de acuerdo con el medio ambiente y recursos disponibles.

Lombricultura

**MANEJO Y COSECHA**

- Fase inicial del manejo
- Crecimiento del cultivo
- Evaluación y registros
- Alimentación de la lombriz
- Sanidad
- Cosecha
- Condiciones para la alimentación y la reproducción

**La lombriz de tierra es una fábrica de vida en humus**



Lombricultura

ANEXO E: LISTA DE AISTENCIA.

Anexo E 11.1

JORNADA DE EDUCACION AMBIENTAL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. BOLÍVAR / CAUCA		
NOMBRE	COLEGIO	GRADO
1- Diana carolina	Marco Fidel	8B.
2- Víctor Alfonso	M.F.S	8B.
3- Emilson Caturho	M.F.S	8B
4- Mario Daza	M.F.S	8B
5- Carlos Andres Sanborn	M.F.S	8B
6- Andres Gerard &	M.F.S	8B
7- Johnny Gaviria	M.F.S	8B
8- Victor Perez	M.F.S	8B
9- Weimar Ediber	M.F.S	8B
10- CRISTIAN BAMBAGÉ	M.F.S	7-A
11- José Alexander Z	M.F.S	8-B
12- Diana Maryuri Muñoz	M.F.S	7-A
13- Dany Dorado	M.F.S	7A
14- Nilsa Quintero	M.F.S	7.A
15- Yenny Mercedes Paroz	"M.F.S"	7:A
16- Jairo Andres Quisobani	M.F.S	7.A
17- Hector Bolivar Imbuchi	M.F.S	7A
18- Duvan Gomez	M.F.S	8B
19- Maria fernanda A	M.F.S	8B.
20- Keith Dayana	M.F.S	8-B
21- Mikhen Quamandá	Marco fidel suarez	8-B.
22- Leidy Gaviria Z.	Marco Fidel suarez	8B
23- Monica Johana Tello	Marco fidel suarez	8-B
24- Sandra Gamileth Daza	Marco Fidel Suarez	8-B
25- Nedy Rosely Samboni	Marco Fidel Suarez	8-B
26- FRANCY ROSELY PIAMBAY	Marco Fidel Suarez	8-B
27- William Aile y Muñoz	M.F.S	8.B.
28- Hugo Abey Muñoz	Marco Fidel Suarez	8B
29- William Macias	M.F.S	8B.
30- Nive Johana Samboni	M.F.S	8 B
31- Kelly Johana Piamba J	M.F.S	8-B
32- Johana Muñoz Z	Marco fidel Suarez	8-B
33- Yesma Samboni	Marco Fidel Suarez	8 B:
34- Florentino Baiz	Marco F. Suarez	Docente.
Juan A. Imbuchi	M.F.S	8 B

JORNADA DE EDUCACION AMBIENTAL  
 PLAN DE GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.  
 BOLIVAR / CAUCA

	NOMBRE	COLEGIO	GRADO
1-	Anderson Camilo Piamba	Marco Fidel Suarez	7º A
2	Yessica Zuriga	M.F.S	7º A
3	Juan David Dorado Perez	Marco fidel Suarez	7º A
4	Oscar Higinio Agreda Mejia	Marco fidel	7º A
5	ERICKA DAYANA MUÑOZ	M.F.S	7º A
6	Francy Zamarate Muñoz	M.F.S	7º A
7	Edier L. Alvarado	M.F.S	7º A
8	Kelly Johana Ruiz	H.F.S	7º A
9	Ilse carne hosta G	M.F.S	7º A
10	EPKER ADEMAR MUÑOZ	M.F.S	7º A
11	Daniely Abella Macías	M.F.S	7º A
12	Rene Ruano Córdoba	M.F.S	7º A
13	Nivel Andres Daza	M.F.S	7º A
14	Andres Zuriga Zuriga	M.F.S	7º A
15	Yeison Andres Daza	M.F.S	7º A
16	ANDRES EMIRO ZUNIGA	M.F.S	7º A
17	FABIAN EMIRO ZUNIGA	M.F.S	7º A
18	JOHN ABERTH DAZA	M.F.S	7º A
19	YAREM GOMEZ M	M.F.S	7º A
20	GERARDO AGUIRRE	M.F.S	7º A
21	ANGIE CRISTINA MOLAN	M.F.S	7º A
22	LUIGI CEBALLOS	M.F.S	7º A
23	Vanessa Muñoz B	M.F.S	7º A
24	Juliet Paola López	M.F.S	7º A
	Jeison Dorado	M.F.S	7º A
	João Andres Ortiz	M.F.S	7º A

JORNADA DE EDUCACION AMBIENTAL  
PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS.  
BOLÍVAR / CAUCA

	NOMBRE	COLEGIO	GRADO
1-	Diana carolina	marco Fidel	8B.
2	Victor Alfonso	M.F.S	8B.
3	Enilson Caturho	M.F.S	8B
4	Mario paza	M.F.S	8B
5	Carlos Andres Samboni	M.F.S	8B
6	Andres Gerard &	M.F.S	8B
7	Johnny gaurica	M.F.S	8B
8	Victor Perez	M.F.S	8B
9	Weimar Ediber	M.F.S	8B
10	CRISTIAN BAMBAGE	M.F.S	7-A
11	José Alexander Z.	M.F.S	8-B
12	Diana Maryuri Muñoz	M.F.S.	7-A
13	Dany Dorado	M.F.S.	7-A
14	Nilsa Quintero	M.F.S.	7-A
15	yenny Marlexis Perez	"M.F.S"	7-A
16	Jairo Andres Quisobani	M.F.S	7-A
17	Hector Bolivar Embachi	M.F.S	7-A
18	Duvan Gomez	M.F.S	8B
19	Maria fernanda A	M.F.S.	8B.
20	Liceth Dayana	M.F.S.	8-B
21	Nikhen Quamanaj a	Marco fidel suarez	8-B.
22	Leidy Gaviria Z.	Marco Fidel suarez	8B
23	Monica Johana Tello	marco fidel suarez	8-B
24	Sandra Samileth Dara	marco Fidel Suarez	8-B
25	Nedy Rosely Samboni	marco Fidel Suarez	8-B
26	FRANCY ROSELY PIAMBAY	marco Fidel Suarez	8-B
27	William Alley Muñoz	M.F.S	8.B.
28	Hugo Arbey Muñoz	Marco Fidel Suarez	8B
29	William Marias	M.F.S.	8B.
30	Nive Johana Samboni	M.F.S	8B.
31	Kelly Johana Piamba J.	M.F.S.	8-B.
32	Johana Muñoz Z	Marco Fidel Suarez	8-B.
33	Yesma Samboni	marco Fidel Suarez	8 B=
34	Florentino Ruiz	Marco F. Suarez	Docente.
	Juan A. Embachi	M.F.S	8B