UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
FACULTAD DE INGENIERIA
GRUPO DE INGENIERÍA Y
GESTIÓN AMBIENTAL-GIGA-

FORMULACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL DEL VALLE DE ABURRÁ

PROGRAMA:

PROGRAMA DE GESTÓN INTEGRAL DE RESIDUOS

PROYECTO Nº4:

Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables

Tipo de Residuo:

Residuos Sólidos Urbanos

Componente de la Gestión:

Recolección y Transporte

Marzo de 2006

Versión Definitiva

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

01- DESCRIPCION DEL PROBLEMA, CAUSAS Y CONSECUENCIAS.

Identificación del problema:

En el AMVA se generan 72.904 Ton/mes (2.430 Ton/día) de residuos sólidos, de esta cantidad se disponen 55.522 Ton/mes (1.850 Ton/día) en el Relleno Sanitario de la Pradera, y se recuperan 9.121 Ton/mes (304 Ton/día), de los cuales, según la caracterización realizada por la Universidad de Antioquia para Empresas Varias de Medellín en el proyecto SIAM5, entre los años 1998 y 2002, el 53,21% corresponde a la Materia Orgánica y el 35,2 corresponde a material recuperable como Cartón 3,14%, metal 2,06%, papel 14,62%, plástico 10,51% y vidrio 4,87%.

En los municipios del Valle de Aburrá se han realizado gran cantidad de campañas tendientes a inculcar en la comunidad y en los grandes generadores, la separación en la fuente y el aprovechamiento del material separado, pero una de las falencias detectadas para consolidar estos programas en la región es la carencia de rutas selectivas para la recolección del material separado así como programas y proyectos tendientes al aprovechamiento de los mismos.

Estas falencias traen como consecuencia el desinterés de los generadores frente a nuevos proyectos de este tipo, con la consecuente disminución de la vida útil de los sitios de disposición final por los altos volúmenes de material aprovechable depositados y los impactos negativos asociados a los mismos.

- **Causas**
  - No existe cultura de separación en la fuente.
  - Los generadores entregan los residuos mezclados a las Empresas Operadoras.
  - Las pruebas piloto de recolección selectiva que se han realizado no han sido exitosas.
  - No se cuenta con suficientes convenios, con el sector público y privado, para el aprovechamiento del material separado.
  - Las Empresas operadoras y los municipios no disponen del equipo apropiado para la recolección del material selectivo, ni de la disponibilidad de recursos para su adquisición.
  - Las Autoridades competentes no ejercen el control suficiente sobre las Empresas productoras de residuos, en especial sobre las que generan residuos peligrosos.

- **Consecuencias**
  - Disminución de la vida útil de los sitios de Disposición Final.
  - Agotamiento de los recursos naturales por uso indiscriminado de estos como materia para nuevos productos.
  - Elevados costos para los procesos de recolección y transporte de los residuos no aprovechables.
  - Desmotivación de la comunidad por la mezcla de los residuos separados en la fuente durante el proceso de recolección de los mismos.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

02- CARACTERISTICAS DE LA POBLACION AFECTADA POR EL PROBLEMA

- **Población afectada**

Estos lineamientos servirán para el diseño de rutas de recolección selectiva, por lo tanto la población directamente afectada son las administraciones municipales y las empresas operadoras del servicio de aseo, quienes tendrán que elaborar y aplicar dichos diseños. Esto tendrá además una fuerte afectación a los habitantes de los Municipios de la Región Metropolitana, ya que serán los responsables de entregar los residuos previamente separados.

Por lo anterior se puede decir que la población afectada corresponde a todos los habitantes del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, la cual cuenta con una población de aproximadamente 3´448.915 habitantes, de acuerdo con las estimaciones del grupo ECSIM; los municipios que conforman esta región son los siguientes: Caldas, La Estrella, Sabaneta, Envigado, Itagüí, Medellín, Bello, Copacabana, Girardota y Barbosa

03- OBJETIVOS DEL PROYECTO - GENERAL Y ESPECIFICOS

OBJETIVO(s) GENERAL(es)	OBJETIVOS ESPECIFICOS
Elaborar lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de Residuos Sólidos a ser implementados en el Valle de Aburrá.	1. Sensibilizar a la comunidad en general sobre la separación de residuos en la fuente 2. laborar lineamientos para el diseño de rutas de recolección selectiva. 3. Definir parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva. 4. Elaborar una guía que contenga los lineamientos, parámetros y las directrices para el diseño e implementación de las rutas de recolección selectiva. 5. Socializar la guía y capacitar a las organizaciones y empresa de aseo para su utilización e implementación. 6. Realizar el monitoreo y seguimiento a la implementación de la guía

04 - RESULTADOS ESPERADOS-Metas a alcanzar

Meta 1. Generadores de residuos sensibilizados frente a la separación en la fuente en el primer semestre del 2007.

Meta 2. Guía de rutas selectivas diseñada en el primer semestre del 2007.

Meta 3. Guía implementada y operando en el 2007.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

Meta 4. Plan de monitoreo y seguimiento implementado en el 2007.

05 - DESCRIPCION DE LA(s) POSIBLE(s) ALTERNATIVA(s) DE SOLUCIÓN

ALTERNATIVA ÚNICA

DESCRIPCION: Esta propuesta consiste en la elaboración de una guía en la que se entregarán los parámetros y directrices para la implementación de rutas de recolección selectivas de todo tipo de residuos sólidos en la región metropolitana del Valle de Aburrá.

Debido a que en la región muchos de los esfuerzos de implementación de rutas de recolección selectiva han fracasado, bien sea por falta de información o por lo elevado costo de las propuestas, la estrategia que se plantee en la guía propuesta debe estar enfocada a desarrollarse de manera progresiva en el corto, mediano y largo plazo, iniciando con equipos y procesos sencillos que se ajusten a la realidad actual de la región, e ir evolucionando a rutas de recolección especializadas (tercera frecuencia) en la medida que consoliden los indicadores, se genere cultura de MIRS en todos los actores involucrados en los procesos y se cuente con recursos necesarios para la adquisición de infraestructura y equipos.

A continuación se plantean algunos de los posibles escenarios que se deben tener en cuenta en la concesión de la guía para el diseño de las rutas de recolección selectiva:

- Operación completa del servicio de recolección y transporte de los residuos selectivos (Orgánicos, Reciclables y No Reciclables) a cargo de la Empresas Operadoras del Servicio de Aseo: bajo este escenario la Empresa Operadora asume la responsabilidad de diseñar e implementar las rutas de recolección selectiva, bajo la supervisión de las EPSAs Municipales y de las Autoridades Ambientales de la región.
- Operación del servicio de recolección selectivo con equipo liviano y grupos comunitarios organizados, bajo la supervisión de las EPSA's: En este caso las Empresas de Aseo Municipales estarían en potestad de prestar el servicio a través de grupos comunitarios organizados en cooperativas y precooperativas que se encarguen de la recolección, transporte y aprovechamiento del material reutilizable.
- Vinculación al servicio de nuevos socios operadores, bajo la supervisión de las autoridades competentes: este esquema consiste en vincular nuevos socios operadores, con recurso físico y humano propio, que se encarguen de diseñar y operar el servicio de recolección, transporte y aprovechamiento del material recuperable.

En este escenario podrían jugar un papel preponderante las Autoridades Ambientales ya que de común acuerdo con entes territoriales municipales podrían liderar el proceso de conformación y contratación de las Empresa Operadoras del servicio de recolección selectiva, bajo unos términos unificados para toda la Región Metropolitana.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

6 - CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA ALTERNATIVA 1 - Componentes o Actividad

En la región geográfica del Valle de Aburra se encuentran asentados diez municipios agrupados en una gran ciudad o área metropolitana, pero con recursos y autonomía gubernamental propios, esta condición hace que en muchas ocasiones se aborden programas y proyectos de manera individual sin consultar la forma como pueden repercutir sobre el resto de la región o como se pueden abordar en forma conjunta con otros Municipios.

El servicio de aseo no es ajeno a la condición antes mencionada y es así como en repetidas ocasiones se han implementado campañas y proyectos que finalmente terminan fracasando por la falta de continuidad en el tiempo o por entrar en contraposición con programas de los municipios vecinos. En este orden de ideas se propone la elaboración de una guía técnica en la que se consignen los parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos en la región

Como ya se ha mencionado el proceso de diseño e implementación de rutas de recolección selectiva para la región debe ser abordado de manera progresiva y por etapas, entre otras por las siguientes razones: no se tiene información confiable para el diseño de las microrutas (rendimiento, cantidad y calidad de los residuos, demografía, población, etc), existe gran cantidad de recuperadores formales e informales que se deben identificar y hacer participes del proceso, las empresas no cuentan con el equipo y la infraestructura para la recolección selectiva mecanizada, por ultimo la cultura de separación en la fuente en muchos sectores es incipiente.

A continuación se mencionan algunos de los temas que deben ser considerados en las diferentes etapas que se proponen para la estructuración de la guía:

6.1) Etapa inicial (Corto Plazo): En esta fase la guía debe considerar actividades tendientes a incentivar la separación en la fuente y la recolección selectiva de reciclables con equipo liviano, como carretas de tracción humana, coches de tracción animal y pequeño furgones y vehículos motorizados (que cumpla con la normatividad de transporte vigente), complementado con el tratamiento en centros de acopio cercanos a la generación. Esta etapa es primordial en el proceso ya que permite consolidar indicadores de cantidad de residuos separados en la fuente por sectores, organizar a los recicladores formales e informales, plantear diferente alternativas para la recolección del material aprovechable, realizar campañas educativas personalizadas, etc.

Alternativas de recolección que se sugiere sean contempladas en la guía:

- **Recolección Puerta – Puerta:** En esta alternativa se debe proponer la prestación del servicio con operadores dotados con un equipo liviano como carretas, coches y equipo motorizado pequeño, que permita realizar la recolección puerta a puerta y acopiar el material en bodegas para su clasificación y embalaje. A continuación se describen algunos aspectos técnicos que debe contener la propuesta.

- Diseño de Microrutas: Se le debe asignar a cada recuperador (formal o informal) una microruta diaria, previamente diseñada de acuerdo a las condiciones topográficas, cantidad de residuos, distancia a las bodegas, etc.
- Puntos de Acopio: Se deben acondicionar bodegas cercanas a las microrutas para que los recicladores lleven el acopio del material recuperado. Es recomendable que en estas se realice el proceso limpieza, clasificación y embalaje del material.
- Rutas para Centros de Acopio: se debe contemplar el diseño de rutas de recolección del material clasificado en las bodegas, que lleven el material a los centros de aprovechamiento. Esta labor se debe realizar en vehículo tipo furgón de buena capacidad.
- Centros de Aprovechamiento y Empresas Recuperadoras: El éxito del proyecto se basa en la comercialización del material recuperado, en este proceso es de vital importancia los convenios que se realicen con empresas como Peldar, Cortón de Colombia, Kimberly, Familia, y demás empresas que puedan incorporar nuevamente el material a sus procesos productivos.

- **Recolección en Centros de Acopio Móviles**: Esta alternativa consiste en implementar pequeños centros de acopio móviles para que los usuarios lleven el material separado en la fuente. Estos puntos se deben ubicar en forma estratégica de tal manera que cubran el mayor número de usuarios posible y los residuos puedan ser llevados fácilmente a las bodegas de separación y embalaje.

  Los siguientes son algunos de los aspectos técnicos que se deben contemplar para la implementación de la propuesta:

  - Características de los puntos móviles: En estos puntos se recomienda ubicar carpas livianas que se puedan montar y desmontar fácilmente.
  - Definición de los centroides y su área de influencia: Se debe definir un conjunto de sitios donde se ubicarían los puntos de acopio móviles y con base en la vocación de reciclaje de los usuarios de la zona y la capacidad del centro de acopio calcular el área de influencia de los mismos.
  - Frecuencia y horario de recolección: Los puntos de acopio deben tener días de recolección y horario fijos, que permitan generar en los usuarios una cultura para la entrega del material.
  - Rutas de recolección a nivel de puntos de acopio móviles: Se deben diseñar rutas para el transporte del material de los puntos de acopio a las bodegas de separación y embalaje. Debido al limitado espacio de estos puntos no se recomienda que en ellos se realicen actividades de separación y clasificación de los materiales.

6.2) Etapa Final (Mediano y Largo Plazo): Para esta etapa la guía debe abordar el diseño de rutas para la recolección del material selectivo con vehículos nuevos tipo furgón, estacas o volquetas, debidamente acondicionados para la recolección del material aprovechable.

Prestar el servicio de recolección bajo el esquema de una tercera frecuencia no solo implica el diseño e implementación de las nuevas rutas para los residuos separados en la fuente, sino que también se debe

contemplar el rediseño de las microrutas de recolección de residuos no aprovechables, debido a que la inserción de las primeras cambia ostensiblemente los parámetros de las segundas.

Para el diseño de estas rutas se debe retomar toda la información técnica levantada en la etapa inicial del proceso, al igual que el conocimiento y experiencia adquirida por el personal recolector encargado de la recolección puerta – puerta y en los puntos móviles de acopio de materiales. Además se debe contar con información paralela como sentidos viales, radios de giro, pendiente, estado de la vía, número de carriles, etc.

Alternativas de recolección que se sugiere sean contempladas en la guía:

- **Recolección de Material reciclables de usuarios residenciales:** Bajo esta modalidad solo se debe proponer la recolección del material reciclable separado en la fuente, dicha recolección se deberá realizar semanalmente con vehículos debidamente acondicionados y en una tercera frecuencia, diferente a la de recolección de los residuos no aprovechables, así por ejemplo si el servicio de recolección del material no aprovechable se presta los días Lunes y Viernes, el servicio de recolección de reciclables se puede prestar el día Miércoles por ejemplo. Los siguientes son algunos de los aspectos técnicos que se deben contemplar para el diseño de las microrutas:

  - Tipo de residuos a recolectar.: a los usuarios se les debe definir claramente el tipo de material que deben entregar a la ruta selectiva.
  - Cantidad de residuos por sector: este dato es un parámetro básico para el diseño de las microrutas y debe ser levantado en la primera etapa del proceso.
  - Diseño de Macro y Microrutas: se deben diseñar rutas de recolección de acuerdo a parámetros como, tipo de vehículos, cantidad de residuos, rendimiento de las cuadrillas, características de la zona, distancias a las bodegas de separación, etc.
  - Aprovechamiento del material: el material recolectado debe ser llevado a bodegas para el tratamiento, clasificación, embalaje y posterior comercialización.
  - Frecuencia de recolección: la recolección del material reciclable se debe hacer con frecuencia de una vez por semana.

- **Recolección de material orgánico de usuarios residenciales:** El diseño de las rutas de recolección selectiva de material orgánico residencial es un proceso de largo plazo que se recomienda sea contemplado una vez se tengan consolidadas las rutas de recolección de inorgánicos. Para el diseño y puesta en marcha de dicho proceso se deben considerar los siguientes aspectos técnicos y económicos:
-
  - Recolección mínima de dos veces por semana.
  - Estructuras de compostaje y lombricultura para el tratamiento de los residuos orgánicos recolectados.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

- Garantizar la comercialización del material transformado.
- Sistemas de macro y microruteo que se ajuste a las condiciones físicas, técnicas, topográficas, socioculturales y económicas de la zona.
- Recolección con vehículos fáciles de cargar, cerrados, de baja compactación y con tanque para el almacenamiento de lixiviado.

- **Recolección a Grandes Generadores:** Para la recolección diferencial a los grandes generadores se deben diseñar rutas especializadas que atiendan de forma puntual usuarios de tipo industrial, comerciales, institucionales, multiusuario, etc., y por solicitud de los mismos, hay que tener presente que muchos de estos productores tienen implementados al interior de las organizaciones, mecanismos para el adecuado manejo y comercialización de los materiales que generan.

Inicialmente se recomienda contemplar la posibilidad de diseñar rutas diferenciales para recolección de residuos orgánicos, residuos de alto poder calorífico y para los diferentes tipos de materiales reciclables. Para el diseño de este tipo de rutas se deben conocer insumos básicos como el número de grandes generadores que requieren del servicio y la cantidad de residuos que se generan. A continuación se mencionan algunos de los aspectos a considerar en el diseño de este tipo de rutas:

- Cantidad de residuos por tipo de material.
- Georeferenciación de los grandes generadores y los datos asociados en el SIG.
- Diseño de macro y microrecorridos óptimos.
- Capacidad de almacenamiento y transporte de residuos en los vehículos.
- Infraestructura para el tratamiento de los residuos que se recolecten y convenios para la comercialización de los productos que se generen.
- Utilizar al máximo la capacidad instalada.

ESTUDIOS DE PREINVERSION QUE REQUIERE LA ALTERNATIVA DE SOLUCION	
ESTUDIO	DESCRIPCION
• Cantidad y características de los residuos • Estudio e implementación del SIG para el servicio de aseo.	• Estudios de caracterización y aforo de los residuos que se producen en los diferentes sectores, al igual que de la vocación de separación y el aprovechamiento de los mismos. • Aspecto fundamental para el diseño de las macro y microrutas.

07 - DEFINICION DE LA POBLACION OBJETIVO Y SUS CARACTERISTICAS

La elaboración y futura implementación de la guía para la recolección selectiva de residuos sólidos esta encaminada a atender usuarios de tipo residenciales en el corto plazo y grades generadores en el mediano y largo plazo.

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

08 - FACTORES EXTERNOS QUE AFECTAN EL LOGRO DEL OBJETIVO

- Baja cultura de separación y aprovechamiento de los residuos.
- Actual esquema de recolección de las Empresas Operadoras del servicio de aseo municipales.
- Altos costos de la inversión en infraestructura y equipos.
- Dificultades de comercialización del material recuperado.
- Carencia de infraestructura de transformación de productos orgánicos e inorgánicos.
- Oposición de la comunidad al montaje y operación de plantas de tratamiento y aprovechamientos de residuos.

DETALLE	ORGANIZACIÓN LIDER
Perfeccionamiento del proyecto	Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Secretaria del Medio Ambiente, Empresas Operadoras de aseo.
Preinversión	Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia, Secretaria de Medio Ambiente, Empresas Operadoras del servicio de aseo y Empresas Prestadoras del servicio de Aseo Municipales EPSAs.
Inversión ejecución	Empresas Operadoras del servicio de aseo, nuevos operadores dedicados exclusivamente al servicio de recolección de material aprovechable.
Operación / mantenimiento	Empresas Operadoras del servicio de aseo, nuevos operadores dedicados exclusivamente al servicio de recolección, transporte y aprovechamiento del material reciclable.
Seguimiento y Control	Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Corantioquia.

10 - ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS:

COMPONENTE		RECURSOS AÑO DE INICIO		VALOR
		HUMANO	INSUMOS	
PREINVERSIÓN	Diseño de pliego de condiciones y términos de referencia.	4.488.000	330.000	4.818.000
	Sensibilización de Generadores	39.468.000	15.624.000	55.092.000
	Investigación y análisis de modelos	59.202.000	23.436.000	82.638.000
	Diseño e impresión de la guía	78.936.000	31.248.000	110.184.000
	Socialización e implantación de la guía	19.734.000	7.812.000	27.546.000
INVERSIÓN	Equipos	0	0	0
OPERACIÓN	Monitoreo y seguimiento	86.659.200	3.960.000	90.619.200

PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS REGIONAL- AMVA		
PROGRAMA	Gestión Integral de Residuos Sólidos.	**Código:** PR- GIRS O1/05
PROYECTO	Lineamientos, parámetros y directrices para el diseño de rutas de recolección selectiva de residuos sólidos aprovechables	**Código:** PY-RS 04/35 PR- GIRS O1/05

COSTOS	RESUMÉN 2005 - 2020
EGRESOS	**1.537.928.400**
Preinversión	**252.732.000**
Diseño de pliego de condiciones y términos de referencia.	4.818.000
Sensibilización de Generadores	55.092.000
Diseño e impresión de la guía	82.638.000
Socialización e implantación de la guía	27.546.000
Inversión	**0**
Operación	**1.268.668.800**
Monitoreo y seguimiento	1.268.668.800
Costos Indirectos	**16.527.600**
INGRESOS	**0**
Flujo de Caja Neto	**-1.537.928.400**
VPN1	**-750.937.196**
CAE	**-110.255.783**

1. Los valores relacionados son constantes, es decir a precios del año 2005.