

Actualización del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos en la Corporación

Universitaria Lasallista

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Cristian Camilo Borja Ramírez

Asesora

Ángela María Bedoya Mejía

MSc Planificación de Proyectos de Desarrollo Social y Gestión Sostenible

Corporación Universitaria Lasallista

Facultad de Ingenierías

Programa de Ingeniería Ambiental

Caldas

2015

Tabla de contenido

Introducción	9
Justificación	10
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
Marco teórico.....	13
Problemática de los residuos en el mundo actual	13
La problemática de los residuos sólidos municipales	14
Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos	16
Los residuos sólidos en Colombia	17
Residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle del Aburra.....	19
Procesos productivos.....	19
Hábitos de consumo	20
Separación en la fuente	21
Almacenamiento.....	22

Clasificación de los residuos.....	23
Características de los residuos reciclables.....	25
El papel y el cartón.....	25
Ciclo de vida del papel.....	26
El vidrio.....	26
Ciclo del reciclaje del vidrio.....	27
Plástico.....	28
Ciclo del reciclaje del plástico.....	29
Los metales.....	30
Ciclo del reciclaje del metal.....	30
Aprovechamiento.....	31
Compostaje.....	31
Mantener una temperatura adecuada.....	33
Relación Carbono/ Nitrógeno.....	34
Lombricultivo.....	36
Preparación del sitio para el lombricultivo (Canastillas).....	36
Preparación del sitio para el lombricultivo (Camas).....	37
Adquisición del pie de cría de las lombrices.....	37
Preparación del sustrato para la siembra.....	37
Siembra.....	38

Alimentación.....	38
Cosecha.....	39
Secado.....	39
Reciclaje.....	39
Disposición final.....	40
Residuos sólidos urbanos.....	40
Código de colores.....	41
Ley 23 de 1973:.....	44
Decreto ley 2811: (Artículo 34).....	44
Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional (CSN).....	45
Ley 99 de 1993.....	45
Ley 142 de 1994/ ley 632 de 2000.....	45
Ley 388 de 1997.....	45
Ley 1259/ 2009.....	45
Ley 1252/ 2008 del Ministerio de Ambiente.....	46
Ley 1333 / 2009.....	46
Decreto 3930/ 2011.....	47
Decreto 351/ 2014.....	47
Decreto 2981/ 2013.....	47
Decreto 4741/ 2005.....	47

Decreto 979/ 2006.....	47
Decreto 1299/ 2008.....	48
Decreto 2041/ 2014.....	48
Decreto 1609/ 2002.....	48
Resolución 1096/ 2000.....	48
Resolución 1045/ 2003.....	49
Metodología	50
Fase I.....	51
Fase II.....	51
Fase III.....	52
Resultados	53
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
Referencias.....	64

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Generación de los residuos sólidos orgánicos en el mundo.....	17
Ilustración 2. Residuos no peligrosos	41
Ilustración 3. Residuos peligrosos	42
Ilustración 4. Residuos eléctricos y electrónicos	43
Ilustración 5. Fases de actualización PMIRS	50

Lista de tablas

Tabla 1. Tipos de clasificación de los residuos sólidos	16
Tabla 2. Residuos reciclables	40
Tabla 3. Cantidad de residuos generados en la Corporación Universitaria Lasallista	53
Tabla 4. Producción de residuos biológicos.....	54
Tabla 5. RAEE	55
Tabla 6. Actividades inherentes a la recolección interna.....	56
Tabla 7. Características del sitio de almacenamiento de residuos sólidos	56
Tabla 8. Características del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos.....	58

Lista de apéndices

Apéndice A: El planear

Apéndice B: El hacer

Apéndice C: El verificar

Apéndice D: Plan de Emergencias CUL

Apéndice E: Ficha de generación RESPEL

Apéndice F. Plano

Introducción

El presente documento contiene la actualización del PMIRS (Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos) de la Corporación Universitaria Lasallista a partir de un diagnóstico previo y posteriormente una propuesta de manejo integral de residuos sólidos fundamentada en la normativa ambiental aplicable vigente.

La modificación que esta actualización posee se realizó con el propósito de minimizar la cantidad de residuos que a diario terminan ocupando una gran cantidad de espacio en el relleno sanitario y que además disminuyen el tiempo de vida útil de los mismos. Para lograr el objetivo de un adecuado manejo de residuos sólidos en la Corporación y la minimización de residuos enviados al relleno sanitario, debe realizarse una gestión interna y externa, para lograr las metas, la iniciativa principal de esta actualización es generar un acercamiento a todo el personal y alumnos de la Corporación Universitaria Lasallista creando un espacio de sensibilización y adquisición de compromisos frente a esta temática.

Éste trabajo también contiene los programas que serán implementados en la Corporación y con los cuales espera lograr el máximo aprovechamiento de residuos y disposición mínima de estos a partir de las estrategias planteadas para la actualización del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Justificación

Contar con un Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos permite la minimización de impactos por el manejo de residuos sólidos que aumentan por la interacción del hombre con el ambiente, que se fundamenta en un consumismo insaciable por parte de la sociedad, que está creciendo conforme pasan los días generando una fuerte contaminación al planeta.

La generación de residuos se debe fundamentalmente a los procesos de producción en el sector industrial, comercial, institucional y a los hábitos de vida que cada día son de carácter más consumista, toda clase de residuos provenientes de estas actividades en gran parte no reciben el manejo adecuado y causan toda clase de deterioro al ambiente generando un alto nivel de degradación a la salud, cultura, recursos naturales, entre otros.

La actualización del PMIRS (Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos) es importante para todas las instituciones y/o industrias en las que sus actividades generan gran cantidad y variedad de residuos sólidos, porque con este manejo se puede ayudar a minimizar aquellos residuos que se disponen en el relleno sanitario y darles un uso a aquellos que son aprovechables, de esta manera también se está ahorrando una gran cantidad de materia prima que es obtenida de los recursos naturales que se están explotando, lo que quiere decir que finalmente el beneficiado es todo el planeta y todas las formas de vida que en él habitan.

Dicha actualización se enfoca en primera instancia crear espacios que sean del agrado de toda la comunidad Lasallista que beneficien no solo a la institución si no a todo el entorno que rodea a la universidad preservando un ambiente limpio y sano que sirva como ejemplo a barrios aledaños y otras entidades que empiecen a promover estos cambios en sus hábitos de generación.

Cuando se crea tal respeto por el ambiente hay un aumento en ciertos índices de la calidad de vida como la disminución de enfermedades causadas por microorganismos patógenos que surgen de un mal manejo de los residuos, también hay ciertos beneficios económicos que se derivan de una buena separación y aprovechamiento de aquellos residuos aprovechables tales como reciclables y orgánicos cuyos fondos pueden ser utilizados para la mejora de las instalaciones de la institución.

Objetivos

Objetivo general

Actualizar el PMIRS (Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos) de la Corporación Universitaria Lasallista, de acuerdo a la normativa vigente.

Objetivos específicos

- Elaborar un diagnóstico para identificar las fortalezas y falencias del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos.
- Realizar una caracterización de los residuos generados en la Corporación Universitaria Lasallista.
- Crear estrategias de formación y capacitación para toda la población universitaria en cuanto a la disposición de residuos.
- Generar como producto final de tres documentos prácticos de fácil manejo los cuales son el planear, el hacer y el verificar del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Marco teórico

Problemática de los residuos en el mundo actual

Los residuos existen desde que nuestro planeta tiene seres vivos, hace unos 4.000 millones de años. Antiguamente, la eliminación de los residuos humanos no planteaba un problema significativo, ya que la población era pequeña y la cantidad de terreno disponible para la asimilación de los residuos era grande. Sin embargo, la problemática de los residuos comienza con el desarrollo de la sociedad moderna en la que vivimos, no sólo en el aspecto referido a la cantidad de residuos que ésta genera (difícilmente asimilable por la naturaleza), sino, y de manera importantísima, a la calidad de los mismos. Este problema de la gestión de nuestros residuos existe y se agrava año tras año. Ante tal situación, resulta importante analizar los factores que han incrementado de manera tan alarmante el problema de los residuos urbanos. En general, pueden señalarse cuatro causas principales (Garrigues, 2003):

1. El rápido crecimiento demográfico.
2. La concentración de la población en los centros urbanos.
3. La utilización de bienes materiales de rápido deterioro.
4. El uso cada vez más generalizado de envases sin retorno, fabricados con materiales no degradables.

La gestión incorrecta de los residuos sólidos urbanos genera entre otros, los siguientes problemas:

- La presencia de residuos abandonados produce una sensación de suciedad a la vez que deterioran el paisaje (Garrigues, 2003).

- Los depósitos incontrolados de residuos sólidos urbanos producen, al fermentar, olores muy molestos (Garrigues, 2003).

- Los residuos fermentables son fácilmente auto-inflamables por lo que pueden provocar incendios que ocasionan una contaminación atmosférica muy desagradable para la vecindad y, en ocasiones, peligrosa para la circulación y para la seguridad de los bosques cercanos (Garrigues, 2003).

- Un vertido de residuos realizado sin ningún tipo de control, presenta un grave riesgo de contaminación de las aguas tanto superficiales como subterráneas, con el consiguiente peligro para la salud si son utilizadas para el abastecimiento de agua potable a la población (Garrigues, 2003).

- Los residuos orgánicos favorecen la existencia de gran cantidad de roedores e insectos que son agentes portadores de enfermedades y algunas contaminaciones bacterianas (Garrigues, 2003).

La problemática de los residuos sólidos municipales

Desde los años 70 se comenzaron a evidenciar los impactos adversos sobre la salud y el medio ambiente que producen los residuos sólidos municipales, si no se realiza un control adecuado. (Puerta Echeverry, s.f.)

Los problemas planteados por la generación, separación en la fuente, transporte, almacenamiento, tratamiento, eliminación e inadecuada disposición final principalmente debido

a la falta de responsabilidad por parte de las instituciones generadoras de residuos, de las autoridades municipales y sus operadores de aseo en los procesos de disposición final y de los ciudadanos que no separan los residuos en la fuente, perdiéndose la oportunidad de darles un valor agregado como reutilización, reciclaje, compostaje, entre otros. El relleno sanitario y la incineración de los residuos sólidos peligrosos se han implementado como solución a esta problemática en la mayoría de los países. (Puerta Echeverry, s.f.)

En Colombia la problemática de los residuos sólidos es grande porque la disposición final se realiza con poco control en la mayoría de los municipios, ocasionando contaminación ambiental. La producción per cápita (kilogramo/habitante/día) aproximadamente es de 0.5 Kg./hab./día, variando de 1 Kg./hab./día en las grandes ciudades hasta 0.2 Kg./hab./día en las poblaciones rurales. (Puerta Echeverry, s.f.)

En su mayoría, son las empresas de aseo municipales las responsables de recolectar los residuos sólidos resultantes de las actividades domésticas, comerciales e industriales. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios presentó un estudio en el 2002 sobre la disposición final de los residuos sólidos en los 1086 municipios, siendo las formas más frecuentes: la disposición en botaderos y quemas a cielo abierto (52%), el relleno sanitario (30%), y el uso de varias alternativas como relleno, compostaje, y/o incineración. (Puerta Echeverry, s.f.)

En la siguiente tabla se puede observar la clasificación de los residuos sólidos según su origen:

Tabla 1. Tipos de clasificación de los residuos sólidos

Tipo de clasificación	Tipo de residuos
Según su origen	Doméstico, comercial, institucional, construcción y demolición, servicios municipales, zonas de plantas de tratamiento, industriales y agrícolas.
Según su grado de descomposición	<p>Biodegradables: Los microorganismos descomponedores de la naturaleza los transforman en micro nutrientes, como los residuos orgánicos, el papel y el cartón. Están formados por recursos naturales renovables.</p> <p>No biodegradables Los microorganismos descomponedores de la naturaleza no los pueden transformar en micro nutrientes porque están formados de recursos naturales no renovables que se formaron hace millones de años como los plásticos (derivados del petróleo), latas y chatarras (derivados de metales) y vidrio.</p>
Según su uso y disposición final	<p>Residuos reciclables Se pueden volver a transformar en materia prima para nuevos productos como el papel, cartón, vidrio, plástico y objetos metálicos.</p> <p>Residuos orgánicos: Pueden ser transformados en abono orgánico por el proceso de compostaje o lombricultura como los residuos de alimentos, estiércol de animales, residuos de jardinería.</p> <p>Desechos No pueden volver a usarse, debido a que ya no tienen vida útil por su deterioro o contaminación y deben ir a un sitio de vertido o relleno sanitario como son el icopor, los pañales, papel higiénico, toallas sanitarias, empaques sucios de alimentos, barridos de calles, empaques de alimentos contaminados, entre otros.</p>

Fuente. Puerta Echeverry, S. M. (s.f.).

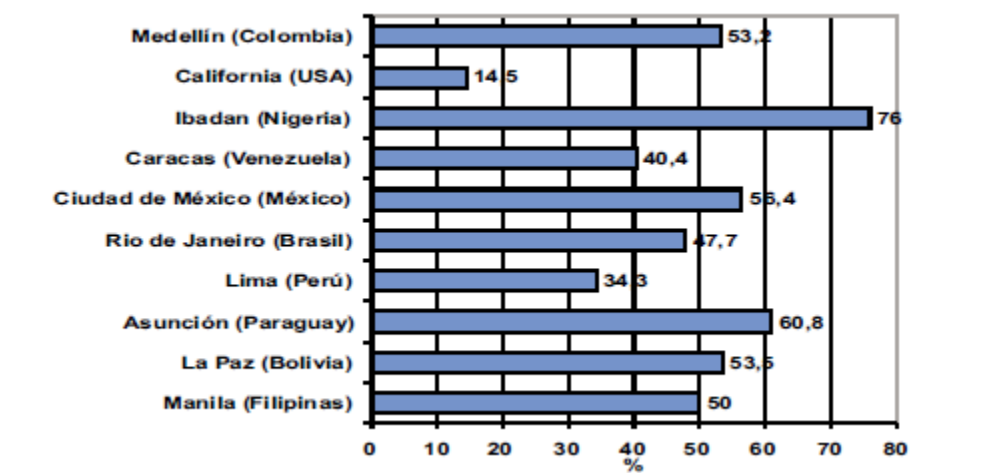
Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos

El aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos tiene varias alternativas como la alimentación animal, el compostaje y el lombricultivo, entre otros. La Subdirección Ambiental del Área Metropolitana del Valle de Aburrá presentó en el año 2003 el Plan Maestro de los Residuos Sólidos para el Valle de Aburrá, en el que recopila la información sobre la caracterización del material orgánico con un valor del 53,21% correspondiente a 296.540 toneladas de las 557.301 toneladas totales producidas en el año 2000, depositadas en el Relleno Sanitario La Curva de Rodas, de los cuales los residuos orgánicos del sector residencial constituyen la fracción más representativa, según el estudio realizado por las Empresas Varias de Medellín S.A. E.S.P. entre los años 1998 y 2000 con el proyecto: “Estudio, diseño y optimización del sistema de producción, caracterización, recolección y transporte de los

desechos sólidos para el Municipio de Medellín y sus cinco corregimientos”, el cual se denominó SIAM5. (Puerta Echeverry, s.f.)

En la siguiente gráfica se puede apreciar los mayores generadores de residuos orgánicos urbanos en el mundo:

Ilustración 1. Generación de los residuos sólidos orgánicos en el mundo



Fuente. Puerta Echeverry, S. M. (s.f.).

Los residuos sólidos en Colombia

El hombre en su interacción con el medio ambiente siempre se ha visto enfrentado al problema del manejo de sus residuos; éste problema aumentó cuando el hombre se concentró en los centros urbanos incrementando la cantidad de desechos generados, haciendo cada vez más difícil la disposición de éstos. (Gerencia Corporativa Ambiental, 2010)

Los residuos sólidos ordinarios y peligrosos son causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales, ya que generan impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de

los mismos y amenazan la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental. (Gerencia Corporativa Ambiental, 2010).

La problemática ambiental relacionada directamente con el manejo de los residuos sólidos, afecta al hombre ya su entorno de diferentes maneras, especialmente en los sectores de (Gerencia Corporativa Ambiental, 2010):

Colombia. Cuenta con 32 Departamentos que comprenden 1.101 municipios los cuales generan cerca de 25.079 toneladas métricas diarias de residuos sólidos domésticos. (Alcaldía de Cali, 2010)

Según datos reportados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en el año 2007 el 40.79% (10.031 t/día) del volumen total de residuos producido a nivel nacional, corresponde a las cuatro grandes ciudades del país, de este porcentaje el 23,48 % se producen en Bogotá D.C, seguido de Cali con el 8,00%, Medellín con el 7,16% y Barranquilla con el 2,15%. El 18.7% del total nacional (4.690 t/día) es generado en 28 ciudades capitales y el 40.5% (10.156 t/día) es generado en los 1.069 municipios restantes. (Alcaldía de Cali, 2010)

Antes de la expedición de la Resolución 1390 de 2005, el 27.13% de las toneladas de residuos sólidos producidos en el país, era dispuesto por 737 municipios en 604 sitios inadecuados (botaderos a cielo abierto, enterramientos, quemas y cuerpos de agua). Solamente 348 municipios realizaban la disposición final en 143 rellenos sanitarios y 32 plantas de aprovechamiento, donde se disponía el 72.87% de las toneladas generadas diariamente. El mayor porcentaje de éstos, lo constituyen los residuos con alta concentración de materia orgánica en particular productos vegetales, animales y papel. (Alcaldía de Cali, 2010).

Residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle del Aburra

La generación de residuos se debe fundamentalmente a los procesos productivos en el sector industrial, comercial e institucional y a los hábitos de consumo de la comunidad. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Procesos productivos

El mayor impacto de los procesos productivos es el agotamiento de los recursos naturales, debido a la utilización de materias primas para la fabricación de materiales como papel, cartón, vidrio, plásticos y metales entre otros, afectando, además, las fuentes de agua, los suelos, la atmósfera, etc. Cabe aclarar que también se utilizan materiales recuperados para su elaboración, lo que contribuye a la disminución de los impactos ambientales. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Algunos impactos ambientales se producen por la generación y manejo inadecuado de residuos peligrosos no hospitalarios, como aceites y estopas en talleres de mecánica; filtros, empaques y otros residuos en algunas industrias, etc., los cuales son almacenados, presentados y recolectados con los residuos ordinarios, trayendo consigo serios riesgos a la salud pública. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Los sectores de Caldas, Sabaneta, La Estrella, Copacabana y Girardota generan cantidades importantes de residuos sólidos agroindustriales, debido a la presencia de pesebreras e industrias porcícolas y avícolas, que no tienen un manejo ni un sistema de aprovechamiento adecuado. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

En el caso de los escombros, los impactos en la etapa de generación se dan principalmente porque los constructores u otros generadores, bien sea a nivel empresarial o por

pequeñas reformas, no hacen una separación adecuada desde la fuente, lo que permitiría reusar o reciclar algunos materiales. Esto conlleva a que haya impactos al paisaje, suelos y fuentes de agua. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Hábitos de consumo

Los hábitos de consumo en el Valle de Aburrá producen impactos ambientales negativos sobre la fauna y la flora debido a la extracción de recursos para satisfacer las necesidades de la población, la industria, el comercio, etc. De acuerdo al Plan Maestro de Residuos para el AMVA (Área Metropolitana del Valle del Aburrá), la generación en la región es de 2183 ton/día, no obstante es menester resaltar que la cifra exacta de la cantidad de residuos sólidos generada solo se podrá obtener después de realizar el aforo y la caracterización en los municipios de Valle de Aburrá, teniendo en cuenta la clasificación de residuos definidos en el PGIRS Regional, por ahora se utilizará el valor de 72904,96Ton/mes como cifra de generación sin incluir los residuos agrícolas, lodos y escombros del sector de la construcción, valor obtenido después de realizar un balance de residuos a la inversa (comenzando por los registros de disposición) con información de la Interventoría Sanear, los diagnósticos locales y algunas Empresas como Asei, Coambiental y biológicos y contaminados. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

De acuerdo con datos de caracterización de EEVVM de 1998, hay una mayor generación de residuos en los estratos altos que en los bajos; así, en el Valle de Aburrá, las viviendas ubicadas en los estratos 5 y 6 Medellín (El Poblado, Laureles, etc), Envigado (Guadalcanal, La Frontera), Barbosa, Copacabana, Girardota, Sabaneta y La Estrella (estos últimos en el sector rural principalmente) , que equivalen al 8.9% de las viviendas del Valle (Anuario Estadístico de Antioquia del 2003), producen 0,73 y 0,78 Kg/Hab-día, respectivamente, en comparación con el

estrato 1 que genera 0,37 Kg/Hab-día y y el 2 que produce 0,39 Kg/Hab-día de residuos sólidos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Los impactos que se presentan en las partes altas o en las áreas rurales de los municipios se deben principalmente a la dificultad la llegada de los vehículos recolectores como consecuencia del mal estado y las pendientes de las vías, esta situación lleva a la comunidad a depositar los residuos en lotes, fuentes de agua y a quemarlos a cielo abierto, ocasionando enfermedades y generando un impacto visual negativo. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Separación en la fuente

Antes de empezar a hablar de los impactos generados por esta actividad, se debe reconocer que esta práctica no es muy utilizada en la región, a pesar de que los municipios, autoridades ambientales, ONG's, empresas de aseo y consultoras, etc han llevado a cabo esfuerzos importantes tales como procesos de sensibilización a nivel residencial, institucional, comercial e industrial. En esta fase los principales impactos que se generan son de tipo antrópico. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

En esta actividad los principales riesgos que se pueden presentar son los relacionados con la salud, estando expuestos a estos no solo los recuperadores sino también las personas encargadas de la manipulación de los residuos generados en diferentes lugares como las viviendas, industrias, comercio, etc. Cabe destacar que al no estar los residuos separados es posible que se encuentren desechos como agujas, jeringas, residuos tóxicos, materiales contaminados o en descomposición, u otros elementos cortopunzantes, que algunas veces por descuido o por ignorancia son depositados con los residuos ordinarios. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

La separación en la fuente también contribuye con los impactos positivos por el desvío de algunos materiales del sitio de disposición final. Esta actividad a nivel económico, no le genera directamente recursos a los municipios, pero si le ayuda a ahorrar cantidades importantes sobre todo a las empresas operadoras del servicio de aseo, ya que se evita la recolección, el transporte y la disposición final de unos residuos, los cuales son recuperados y comercializados por los recuperadores informales sin ningún costo para ellas, además se aumenta la vida útil del Parque Ambiental la Pradera, al no ser llevados a disposición final una buena cantidad de residuos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

De acuerdo con la normatividad existente también se generan algunos beneficios de tipo económico a los grandes generadores, (industrias, establecimientos comerciales, instituciones, etc.), debido a la reducción en la tasa de aseo por presentar un menor volumen de desechos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2006).

Almacenamiento

En términos generales, el almacenamiento de los residuos generados en el subsector de fotografías se hace en canecas donde se mezclan los residuos; sólo se separan los materiales reciclables más reconocidos como son las cajas de cartón, el papel y las bolsas plásticas, los cuales son entregados directamente a recicladores que visitan el establecimiento o que pasan por el sector. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

Las razones por las cuales no se da la separación de residuos en este subsector son, primero, por desconocimiento de la normatividad sobre almacenamiento de residuos, segundo, porque no se cuenta con espacio suficiente dado que los establecimientos están ubicados en locales pequeños, y tercero, por falta de compromiso ambiental de las organizaciones. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

En la mayoría de establecimientos no se cuenta con rutas de recolección, y el almacenamiento temporal es el mismo que el definitivo, debido al tamaño de las instalaciones, y por lo tanto, los residuos son entregados directamente al carro recolector. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

Las organizaciones que cuentan con centros de almacenamiento definitivo son escasas, ya que se da fundamentalmente en aquellas que son centros de distribución, y por lo tanto, han logrado adecuar espacios para el almacenamiento para los residuos generados, aunque sin cumplir estrictamente con las normas existentes. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

Clasificación de los residuos

Los residuos han sido clasificados de diversas formas. Según su estado físico éstos pueden ser: sólidos, líquidos, gaseosos o pastosos. Si bien, desde el punto de vista de su estructura química, el origen y el destino final potencial de los residuos éstos se pueden clasificar en:

1. Residuos sólidos orgánicos: Son aquellos que en algún momento formaron parte de un ser vivo o derivan de los procesos de transformación de los combustibles fósiles. (Fernandez, 2000)

2. Residuos sólidos inertes: Son no biodegradables e incombustibles. Proceden normalmente de la extracción, procesamiento o utilización de los recursos minerales, como los de la construcción, demolición, etc.

3. Residuos sólidos peligrosos: Son residuos orgánicos o inertes que por sus características físicas, químicas o biológicas no pueden ser acoplados a procesos de recuperación o transformación convencionales.

Según el uso que se les puede dar a los residuos, éstos se clasifican en (Hontoria García y Zamorano Toro, 2000): agrícolas, forestales, ganaderos, industriales y residuos urbanos, considerando dentro de estos últimos a los residuos sólidos urbanos (basuras urbanas) y a los lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales. (Fernandez, 2000)

En general, el conjunto formado por los residuos agrícolas, forestales y ganaderos representa el 80% del volumen total de residuos, correspondiendo el 20% restante a los industriales y de ciudad. A continuación, se describen con más detalle los residuos urbanos. (Fernandez, 2000)

De forma que, por residuos sólidos urbanos se entiende todos aquellos residuos que son generados por cualquier actividad en los núcleos de población o sus zonas de influencia y constituyen un problema para el hombre desde el momento de su producción ya que alcanzan grandes volúmenes. La naturaleza de dichos residuos es muy variada debido a la diversidad tecnológica e industrial que se centra en torno a las ciudades. Dentro de ellos, se pueden citar los siguientes (Tchobanoglous et al., 1994; Costa et al., 1995; Hontoria García y Zamorano Toro, 2000):

- Residuos sólidos de origen doméstico, de mataderos, mercados de alimentación, etc. (Fernandez, 2000).

- Aguas residuales, cuando no existen sistemas de depuración, o lodos, si se aplican los sistemas adecuados. (Fernandez, 2000).

- Gases de diversa procedencia expulsados a la atmósfera en el proceso de incineración de residuos sólidos y que además incluyen escorias y cenizas. (Fernandez, 2000).

Es frecuente también englobar los distintos componentes de los residuos en tres grandes grupos, en función del tratamiento final: inertes, fermentables y combustibles. (Fernandez, 2000).

Características de los residuos reciclables

El papel y el cartón

La materia prima fundamental para fabricar papel es celulosa. Las fibras de celulosa son un constituyente esencial de los tejidos vegetales, cuya función es la de dar resistencia a los mismos. La celulosa para la fabricación de papel se obtiene principalmente de la madera de los árboles (55%), de otras fibras vegetales denominadas no madereras (9%) y de papel recuperado (16%). La fabricación del papel representa el 19% de la extracción mundial de madera. Cada año se pierden en el mundo 11 millones de hectáreas de superficie forestal, lo que equivale a la desaparición de un campo de fútbol cada 2 segundos. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

La pulpa de papel puede ser de fibra corta (bagazo de caña, madera y papel reciclado) y fibra larga (obtenida de coníferas como los pinos). El papel se clasifica en papel de archivo, revista, kraft (papel café), periódico, cartón y plegadiza (cartón delgado); a estos se les debe quitar los contaminantes como cintas, ganchos, plásticos, etc. Los papeles que no se pueden reciclar son el papel carbón, parafinado, revestido de plástico, impregnado de grasas, el

encerado, celofán con adhesivos y papel de fotografía. Por cada tonelada de papel reciclado se ahorra la tala de 17 árboles, el 50% de energía y el 15% de agua. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Ciclo de vida del papel

1. Recurso natural renovable- Bosque cultivado.
2. Planta de pulpa. Un porcentaje es de materia prima proveniente de bosque cultivado y el porcentaje restante es de fibra reciclada.
3. Maquina de papel: entra la pulpa del papel y se generan residuos líquidos (lodos) que son transportados a la planta de tratamiento de aguas residuales.
4. Transporte.
5. Planta de corrugado (cartón y papel) y sacos de papel.
6. Proceso de empaque.
7. Diferentes usos del papel por los consumidores.
8. Centro de acopio del papel reciclado.
9. Relleno sanitario.
10. Tratamiento de agua residual industrial.

El vidrio

Las materias primas para su fabricación son el carbonato (sosa) y la sílice (cal) que deben ser mezclados y fundidos a altas temperaturas. La industria del vidrio también utiliza como materia prima el calcín, que es el vidrio recuperado, separado por colores y triturado. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

El vidrio es un material de envase de alta calidad, prácticamente eterno y transparente. Se produce en tres colores: transparente, ámbar (color café) y verde. Además tiene la posibilidad de ser reutilizado directamente sin necesidad de reciclarlo, simplemente lavándolo. Los envases pueden servir para almacenar o conservar alimentos y para muchos otros usos. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Las botellas representan alrededor del 785 de la fabricación de envases de vidrio. Los sectores de mayor consumo son vinos y cavas (29%), cervezas (24%), refrescos (15%), licores (5%) y aguas minerales (2%). Los tarros suponen el 225 restante de la producción. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Por cada tonelada de vidrio reciclado se ahorran más de 1.000 kilos de materia prima y más de 100 kilos de petróleo, sin contar la reducción de la cantidad de residuos que van a parar a los vertederos. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Ciclo del reciclaje del vidrio

1. **Fabricación.** Mezclado con las materias primas, el polvo de vidrio es fundido en los hornos de las fábricas y transformado en un nuevo producto como por ejemplo las botellas.
2. **Distribución.** Los fabricantes de bebidas alimenticias empacan sus productos en los envases fabricados por la industria.
3. **Consumo.** El vidrio es utilizado por los consumidores en varias formas como botellas, vasos, jarras, envases, entre otros.
4. **Centro de acopio.** Tras haberlos usado, la población deposita sus botellas y tarros de vidrio en los contenedores previstos para tal efecto.

5. Recogida. El vidrio de los contenedores trasladado a los centros de tratamiento.
6. Tratamiento. El vidrio recuperado tras haber eliminado sus impurezas, es seleccionado, lavado, triturado y transformado en polvo de vidrio en los centros de tratamiento.

Plástico

Es un material que puede ser sintético o natural, obtenido mediante multiplicación del carbono de compuestos orgánicos derivados del petróleo (recurso natural no renovable) y otras sustancias naturales. El vocablo plástico se deriva del griego plastikos, que se traduce como moldeable. Las moléculas básicas de los plásticos son llamados polímeros. Existen muchos tipos de plástico. Los más comunes se identifican con un número dentro de un triángulo, para efectos de facilitar su clasificación para el reciclaje, ya que las características diferentes de los plásticos más comunes son:

PET (Polietileno Tereftalato): envases para gaseosas, agua mineral, películas transparentes, fibras textiles, cintas de video y audio, geotextiles, películas radiográficas.

PEAD (Polietileno de Baja Densidad): envases para detergentes, aceites de automotor, shampoo, bolsas de supermercado, materas, etc. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

PVC (Cloruro de Polivinilo): envases para aceites, jugos, mayonesa, perfiles para marcos de ventanas, puertas, tubos para desagues, mangueras, películas flexibles para envasado de alimentos, bolsas para sangre. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

PEBD (Polietileno de Baja Densidad): bolsas (leche, agua, suero), base para pañales desechables. Contenedores herméticos domésticos, envases para cosméticos, medicamentos y alimentos, tuberías para riego. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

PP (Polipropileno): películas, jeringas desechables, tapas en general, cajones para bebidas, baldes para pintura, potes para margarina, fibras para tapicería, cajas de batería, vasos y platos desechables. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

PS (Poliestileno): potes para lácteos (yogurt, postres, etc.), helados, dulces, vasos, máquinas de afeitar, platos, cubiertos, bandejas, cassetes, PS espumado (ICOPOR). (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Estireno Acrilonitrilo San: artículos domésticos, vajillas, aparatos de radio, TV, sonido, electrodomésticos, partes de automóviles, equipos médicos, accesorios de baños, etc. (Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Ciclo del reciclaje del plástico

1. Recogida selectiva
2. Centro de clasificación
3. Transformación
4. Transporte
5. Aplicaciones
6. Distribución y consumo
7. Separación en la fuente

Los metales

Son recursos naturales no renovables porque no se vuelven a producir: metales como aluminio, plomo, hierro, acero, cobre, plata y oro son reciclados fácilmente cuando no están mezclados con otras sustancias, porque pueden ser fundidos y cambiar de forma o adoptar la misma anterior. De estos materiales, el hierro es el que tiene mayor demanda comercial. La mayor parte de los metales que existen pueden fundirse y volver a procesarse creando nuevos metales. Si recuperamos todos estos metales serian una gran fuente de materias primas. Los metales recuperados se pueden clasificar en ferrosos y no ferrosos como el aluminio. (Alcaldía de Medellin y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

El reciclaje del aluminio está incrementándose bastante debido a que una lata, producto de reciclaje, requiere solo una parte de la energía necesaria para elaborar una lata similar con materias primas. Los expertos aseguran que se ahorra suficiente energía reciclando una lata de aluminio como para hacer funcionar un televisor durante tres horas y media, además reduce la contaminación en un 95%. El aluminio no cambia sus características durante el reciclado por lo que se puede repetir indefinidamente. (Alcaldía de Medellin y Secretaria de Medio Ambiente, 2006)

Ciclo del reciclaje del metal

1. Centro de acopio
2. Tratamiento empresas recuperadoras
3. Transporte
4. Relleno sanitario
5. Planta transformadora
6. Consumo

7. Generación y separación en la fuente

8. Recolección

Aprovechamiento

Compostaje

Preparación. Los residuos orgánicos excedentes de los alimentos durante su preparación, como son cáscaras o partes de frutas, hortalizas, sobras sólidas de alimentos ya preparados, de carnes, hojas de poda de sus matas internas, flores y tallos picados de arreglos naturales, son almacenados en recipientes separados y con tapa. Estos residuos para ser llevados a compostaje se deben preparar para controlar su humedad (exceso de agua), para lograr una relación balanceada de Carbono-Nitrógeno (C/N) y tener una textura y tamaños adecuados. Los plásticos, vidrios, papeles, metales, no deben mezclarse con los residuos orgánicos que van a compostaje, ya que no son transformables por las bacterias. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

La humedad, se puede controlar por medio de adición de aserrín o viruta de madera, en proporciones variables: 2 o 3 partes en volumen de alimentos, por una de aserrín o viruta. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

El tamaño de las partes de residuos a compostar puede estar de 1 a 10 cms, como el bagazo de la naranja y la mandarina. En general no se requiere picar los residuos, salvo algunos de gran tamaño como la parte superior de la piña, sandías o papayas enteras, etc.

La relación Carbono (C)/Nitrógeno (N), se puede ajustar con residuos ricos en N, como son la equinaza o gallinaza. La relación recomendada es de 25 a 30 partes de C, por 1 de N. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Descomposición Mesófila. Al inicio del proceso, los residuos preparados, están a temperatura ambiente (menor de 40°C), por lo cual, los microorganismos llamados mesófilos se multiplican rápidamente, hay gran actividad metabólica (transformación de algunos compuestos como azúcares y aminoácidos), la temperatura comienza a subir y se producen ácidos orgánicos que hacen bajar el pH. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Descomposición Termófila. En esta fase, la temperatura es superior a 40° y sube hasta 60°-65°C. Microorganismos, llamados termófilos, transforman el Nitrógeno (N), en Amoníaco (NH₃), por lo cual el pH se hace alcalino. A los 60°-65°C, estos hongos termófilos desaparecen y dan paso a las bacterias esporígenas y actinomicetos, que tienen capacidad para descomponer sustancias orgánicas como las ceras, las proteínas y hemicelulosas. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Descomposición Mesófila de Enfriamiento. La temperatura comienza a descender por debajo de 60°C, y reaparecen los hongos termófilos que reinvasen la parte superior del residuo (mantillo) y lograr descomponer compuestos, como la celulosa. Al bajar de 40°C, los mesófilos también reinician su actividad y el pH del residuo, desciende ligeramente. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Maduración. Requiere de 1 a 2 meses en promedio y se realiza exponiendo el compost a temperatura ambiente y protegido de la lluvia. Durante este período, se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus; desciende el consumo de oxígeno y la fitotoxicidad del compost debe estar controlada. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Afinación. Se realiza para homogenizar y mejorar el tamaño de partículas del compost (granulometría), para regular la humedad a valores menores de 40%, seleccionar por cernido el

residuo no compostado o impurezas, se toman muestras para análisis de laboratorio y control de calidad (en caso de procesos industriales o con fines comerciales), el empaque y etiquetado si fuese el caso. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Los protagonistas en el compostaje son los microorganismos y para que estos puedan trabajar en las mejores condiciones se debe:

1. Preparar una mezcla de residuos homogénea y porosa.
2. Aportar materia orgánica de composición diversa y relación C/N adecuada.
3. Disponer de oxígeno (aire) suficiente.
4. Contar con un grado de humedad adecuado.

Mantener una temperatura adecuada.

La mezcla de diferentes tipos de residuos orgánicos, equilibra la humedad y la estructura. Por ejemplo, los restos de cocina, hojas, césped y otros materiales húmedos, se deben mezclar con ramas, arbustos y otros restos de poda más secos y estructurales, con tamaños de 2-6 cms.

Aireación. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Con el fin de conseguir un compostaje de buenas condiciones y que se obtenga de manera rápida, y a la vez evitar malos olores, es imprescindible asegurar la presencia de oxígeno, necesario para la evolución del proceso de descomposición aeróbico. El oxígeno ha de ser suficiente para mantener la actividad microbiana y en ningún caso debe llegarse a condiciones anaerobias ya que generaría una caída en el rendimiento y se producirían malos olores. Para

conseguir una buena distribución del oxígeno en toda la masa se hace necesaria la adición de un material de soporte (triturado de poda o madera, la viruta es especial) que proporcione estructura y porosidad al residuos a compostar. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Es aconsejable mezclar cada 2 o 3 días, el residuo para asegurar que la transformación se dé en condiciones aeróbicas, de tal forma que el aire llegue al centro de la pila. Levantar el sistema del piso, también es muy beneficioso, ya que de esta forma, el aire penetra la masa de residuos y permite la reducción de los volteos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Al principio de la actividad de los microorganismos aerobios, la concentración de oxígeno (O_2) en los espacios porosos es aproximadamente del 15 al 20% (similar a la composición normal del aire), y la concentración del dióxido de carbono (CO_2) varía del 0,5 al 5%. Mientras progresa la actividad biológica, la concentración de O_2 baja y la concentración del CO_2 aumenta. Si la concentración media de O_2 en el material es menor al 5 %, la descomposición del material se vuelve anaerobia. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Las concentraciones de oxígeno mayor del 10% se consideran óptimas para mantener la pila de compost en un medio aeróbico. Algunos sistemas de compostaje pueden mantener un nivel de oxígeno adecuado mediante mecanismos pasivos o naturales de aireación, otros sistemas requieren la aireación activa, con sopladores o con volteos de la pila. En la figura 6, se aprecia la distribución desigual de la concentración de oxígeno en una pila. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Relación Carbono/ Nitrógeno

Una de las primeras tareas para desarrollar con éxito una actividad de compostaje es lograr la correcta combinación de los ingredientes iniciales. El contenido de humedad (H) y la

relación Carbono - Nitrógeno (C/N) son dos parámetros fundamentales para esta actividad. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

La humedad es un componente crítico para lograr la optimización del compostaje debido a que este es un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica y la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que intervienen en él, pues el agua es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células así como de los productos de desecho de esa reacción. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

En el segundo componente crítico, la relación de Carbono - Nitrógeno C/N, se debe tener cuenta que la relación ideal oscila entre 25 y 30:1 aproximadamente y decrece a 15:1 en el compost final (La relación C/N disminuye 2/3 con el tiempo porque parte del carbono se pierde como CO₂ durante la compostación). (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Una relación más baja, significa que el nitrógeno estará en exceso y se pierde como amoníaco (NH₃), El alto consumo de oxígeno que esto ocasionaría, crea unas condiciones anaeróbicas y empieza la pila a oler mal. Relaciones más altas significan que no hay suficiente nitrógeno para el crecimiento óptimo de las poblaciones microbianas, así que el compost es relativamente frío y la degradación procederá a una tasa lenta. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Este valor es dependiente de la disponibilidad del carbono y nitrógeno de las fuentes. No se puede confundir el valor de la relación C/N de un material compostado maduro con la relación de una material fresco como un estiércol que tiene una relación baja. El primero es adecuado

para aplicar al suelo, mientras que el segundo podría tener condiciones nocivas para éste. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

En general, los materiales que son verdes y húmedos tienden a ser altos en nitrógeno, y los que son marrones y secos son altos en carbono. Los materiales con alto contenido de nitrógeno incluyen a la hierba, a las podas de las plantas, y a los desechos de frutas. Los materiales de color café tales como las hojas secas, las virutas de madera, aserrín, y el papel tienen altos contenidos de carbono. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Es necesario calcular la relación C/N de la mezcla a compostar, o se puede estimar las condiciones óptimas, simplemente usando una combinación de los materiales que son altos en carbón y de otros que sean altos en nitrógeno. En el caso de materiales con alto contenido de carbono (C) como el aserrín y virutas se debe agregar materiales o fertilizante nitrogenados. Las hojas de árboles y los restos de pasto verde ayudan para este propósito, por su contenido de nitrógeno. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Lombricultivo

Preparación del sitio para el lombricultivo (Canastillas)

Se puede iniciar con una sola canastilla legumbrera de plástico y sucesivamente ir aumentando el número de canastillas. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Es recomendable cubrir los laterales de las canastillas para que no se salga el humus ni las lombrices, para ello se usa cartón convencional, pero que no tenga ningún tipo de imprenta, pues los químicos de las tintas afectan las lombrices. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Como parte del manejo de camas se recomienda distribuir el sitio por lotes y llevar periódicamente un registro con datos como: Fechas de siembra, frecuencia de alimentación, fechas de cosecha y hacia dónde fue el pie de cría. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Preparación del sitio para el lombricultivo (Camas)

Los lombricultivos pueden hacerse a libre exposición o bajo cubierta, con plástico (clima frío y medio) o zarán (clima cálido). (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

La longitud de la cama puede ser de 10 a 12m, puede ser superior pero es recomendable subdividirla, para el ancho utilice hasta 1,10m y si la cama es doble 80 cms, y la altura de 40 cms para que la pueda manipular fácilmente. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

El sustrato para la lombriz debe precompostarse (proceso inicial de 5 a 15 días).

Camas a libre exposición cubrir con acolchado vegetal, plástico o malla zarán tupida bien para proteger excesos de agua o radiación solar.

Tener presente el sistema de recolección del humus líquido.

Adquisición del pie de cría de las lombrices

Compre la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en lugares certificados.

Preparación del sustrato para la siembra

Lo más recomendable para el sustrato y para la alimentación de la lombriz, es usar:

- Residuos orgánicos crudos, es decir, todos los residuos de frutas verduras, pero sin ningún tipo de proceso de cocción, pues atraerían las hormigas que son enemigas de las lombrices por comerse los huevos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

- Se puede usar cualquier material adicional como celulosa de cartón, restos de cosecha de frutales o verduras. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

La mezcla se debe homogenizar y luego agregar una capa de por lo menos 5 cm a la canastilla o cama. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Siembra

A cada canastilla se debe agregar un kilo de pie de cría de lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, (especie más usada en lombricultivo), si se van a sembrar en camas se debe usar de 7 a 10 kilo por metro cuadrado. Las lombrices se ponen encima del sustrato preparado y se deberán profundizar en menos de 2 minutos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Alimentación

Se deberán alimentar las lombrices con sustrato similar al de siembra cada 8 a 10 días, dependiendo del estado del alimento y la velocidad con que es consumido, se disponen pequeñas capas de 5 a 8 cm. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

El alimento debe permanecer húmedo facilitando el consumo por parte de las lombrices.

Si se quiere estos residuos se pueden someter a un pre-compostaje.

Cuando esté rebosando la canastilla de residuos se deben someter las lombrices a un ayuno de 3 días, al cabo de los cuales se pone otra canastilla encima con alimento nuevo para

que las lombrices pasen a través de los orificios de la canastilla y se inicie el proceso nuevamente. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Cosecha

Para obtener humus o vermicompost de óptima calidad se debe dejar la lombriz actuar de 3 a 4 meses en cada canastilla y así todo el alimento será procesado. Para la cosecha, se retrasa nuevamente el alimento de las lombrices por un periodo de 3 días (ayuno). Se usa un costal con orificios grandes para ubicar encima de las canastillas llenas que se van a cosechar y sobre el costal se pone nuevo alimento. Las lombrices pasan por los orificios del costal y se quedan allí, transcurridos 2 a 3 días se pasan las lombrices con el sustrato a una nueva canastilla y el humus que queda en la canastilla llena pasa al proceso de secado que dura de 3 a 5 días dependiendo del clima. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Secado

El lombri-compuesto se extiende sobre la superficie de un plástico o piso y se deja que la humedad baje hasta un 40%, posteriormente se tamiza de modo que sólo pasen las partículas más finas, quedándose las más gruesas. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Reciclaje

En la siguiente tabla se encuentra la forma de aprovechar los residuos reciclables:

Tabla 2. Residuos reciclables

<i>Clasificación</i>	<i>Residuo</i>	<i>Tratamiento, aprovechamiento y/o disposición final</i>
Residuos reciclables limpios y secos.	• Papel archivo.	<ul style="list-style-type: none"> • Donar a un reciclador, vender a una bodega de reciclaje o vender a una empresa que lo utilice como materia prima. • También se pueden establecer acuerdos con los proveedores para regresar algunos de los materiales de empaque.
	• Bolsas y cubiertas plásticas de diferentes tipos.	
	• Cajas de cartón.	
	• Frascos de vidrio.	
	• Tarros plásticos.	

Fuente. Área Metropolitana del Valle del Aburrá (2008).

Disposición final

El relleno sanitario es una obra de ingeniería que antes de su puesta en funcionamiento debe presentar para su aprobación un diseño y el respectivo estudio de impacto ambiental, el cual debe ser aprobado. Este sitio permite la disposición segura de residuos sólidos, allí se incluyen sistemas de prevención, control y tratamiento de lixiviados, control de vectores, programas de cobertura diaria, recolección y eliminación de gases. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

Para la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos generados por el subsector de fotografías del Valle de Aburrá se cuenta con dos rellenos sanitarios: el primero es el Relleno

Sanitario La Pradera, ubicado en el municipio de Don Matías, y el segundo es el Centro Industrial del Sur, ubicado en el municipio de Heliconia. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2008)

Residuos sólidos urbanos

El concepto de residuos sólidos urbanos ha sido definido a lo largo del tiempo de formas muy diversas. Así, la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico) define los

residuos como aquellas materias generadas en las actividades de producción y consumo que no alcanzan, en el contexto en que son producidas, ningún valor económico; ello puede ser debido tanto a la falta de tecnología adecuada para su aprovechamiento, como a la inexistencia de un mercado para los productos recuperados. (Fernandez, 2000).

La Ley 42/1975, de 19 de Noviembre, sobre desechos y residuos sólidos urbanos, define como tales los producidos como consecuencia de las siguientes actividades (MOPT, 1992; Costa et al., 1995): domiciliarias, comerciales y de servicios, limpieza viaria, zonas verdes y recreativas, abandono de muebles y enseres, industriales y de la construcción, así como los agrícolas y ganaderos que se produzcan en las zonas clasificadas, con arreglo a la ley del suelo, como urbanas y urbanizables. (Fernandez, 2000).

La Ley 10/1998, de 21 de Abril, define los residuos urbanos como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades. (Fernandez, 2000).

Código de colores

Según la Guía Técnica Colombiana (GTC 24), para un manejo fácil, óptimo y adecuado de residuos en donde según el color del recipiente se pueda hacer una manipulación y separación de aquellos residuos que son aprovechables cada caneca debe tener un color que la identifique de las demás.

A continuación se presenta en la siguiente imagen la clasificación de residuos sólidos de acuerdo al color de su recipiente:

Ilustración 2. Residuos no peligrosos



Fuente. Área Metropolitana del Valle del Aburrá. (2013).

En la siguiente imagen se encuentran aquellos residuos peligrosos de difícil manipulación:


Ilustración 3. Residuos peligrosos



Fuente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia.
(2011).

La próxima ilustración contiene el recipiente donde se deben disponer los Residuos de Aparatos Eléctricos y electrónicos:

Ilustración 4. Residuos eléctricos y electrónicos

	<p>Peligrosos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Citotóxicos. • Corrosivos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pilas. • Baterías. • Celulares. • Consolas. • Computadores. • Cualquier tipo de electrodomestico.
---	--	--

Fuente. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la República de Colombia. (2011).

Ley 23 de 1973:

Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional. (Alcaldía de Bogotá, 1973).

Decreto ley 2811: (Artículo 34)

Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. El ambiente es patrimonio común. El Estado y los particulares deben participar en su preservación y manejo, que son de utilidad pública e interés social. (Alcaldía de Bogotá, 1974).

Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase. (Alcaldía de Bogotá, 1974).

Ley 9 de 1979: Código Sanitario Nacional (CSN)

Regula Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente. (Alcaldía de Bogotá, 1979).

Ley 99 de 1993

Por medio de la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente y se establece formalmente y se establece el Sistema Nacional Ambiental. Se responsabiliza a todos y cada uno de los actores del desarrollo de la tarea de conservar y aprovechar de manera racional los recursos naturales y el ambiente. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Ley 142 de 1994/ ley 632 de 2000

Algunos elementos normativos y políticas existentes a la fecha, establecen y reconocen las conductas y procedimientos que se deben aplicar con relación a como valorar servicios y actividades de aprovechamiento de residuos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Ley 388 de 1997

Esta ley define el marco general del ordenamiento territorial que debe ser aplicado por los entes territoriales y en el que se debe incluir la variable ambiental dentro del escenario de desarrollo urbanístico. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Ley 1259/ 2009

El comparendo ambiental controla a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas aquellas personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos

sólidos; así como fomentar las buenas prácticas ambientalistas. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Ley 1252/ 2008 del Ministerio de Ambiente

Por el cual el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo sostenible regula dentro del marco de la gestión integral, la protección de la salud humana y el ambiente, lo relacionado con la importación y exportación de residuos peligrosos, su minimización desde la fuente, la producción más limpia; su disposición adecuada, la eliminación responsable de las existencias de estos dentro del país. Así mismo se regula la infraestructura de la que deben ser dotadas las autoridades aduaneras y zonas francas y portuarias. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Ley 1333 / 2009

Establece el nuevo régimen sancionatorio ambiental:

- Se incorporan los principios ambientales y constitucionales.
- Establece un régimen de responsabilidad objetiva.
- El daño ambiental se califica como infracción ambiental
- Define la función de las medidas preventivas y regula el régimen de las sanciones.
- Establece los tipos de sanciones.
- Se crea el registro único de infractores ambientales- RUIA (Área Metropolitana del Valle del Aburrá , 2013).

Decreto 3930/ 2011

Decreto que regula lo relacionado con el control de los efluentes líquidos de los distintos procesos productivos. Es la norma que regula los procesos de sanciones relativas al incumplimiento de normas ambientales, así como el procedimiento para el trámite y obtención del permiso de vertimiento de residuos líquidos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013)

Decreto 351/ 2014

Reglamenta ambiental y sanitariamente, la gestión integral de los residuos hospitalarios y similares, generados por personas naturales o jurídicas. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Decreto 2981/ 2013

Por el cual se reglamenta la ley 142/ 1994, la ley 632/ 2000 y la ley 689/ 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, el decreto ley 2811/ 1974 y la ley 99/ 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Decreto 4741/ 2005

Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Decreto 979/ 2006

Modifica artículos 7, 10, 93, 94 y 108 del decreto 948/ 1995 sobre calidad de aire: áreas fuente.

Decreto 1299/ 2008

Departamentos ambientales en las empresas.

Decreto 2041/ 2014

En el artículo 53 se establece el tema de licencias ambientales, en donde las CARS (Corporaciones Autónomas Regionales) compiten por la construcción y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos, y la construcción y operación de rellenos de seguridad para residuos hospitalarios en los casos en que la normatividad sobre la materia lo permita.

Decreto 1609/ 2002

Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Resolución 1096/ 2000

Tiene por objeto señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los diseños, las obras y procedimientos correspondientes al sector de agua potable y saneamiento básico, en su título F, sección II, presenta las definiciones, criterios de identificación de residuos urbanos, su separación, almacenamiento, recolección, transporte, aprovechamiento, disposición final, criterios de ubicación de instalaciones para el tratamiento y disposición de residuos peligrosos. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

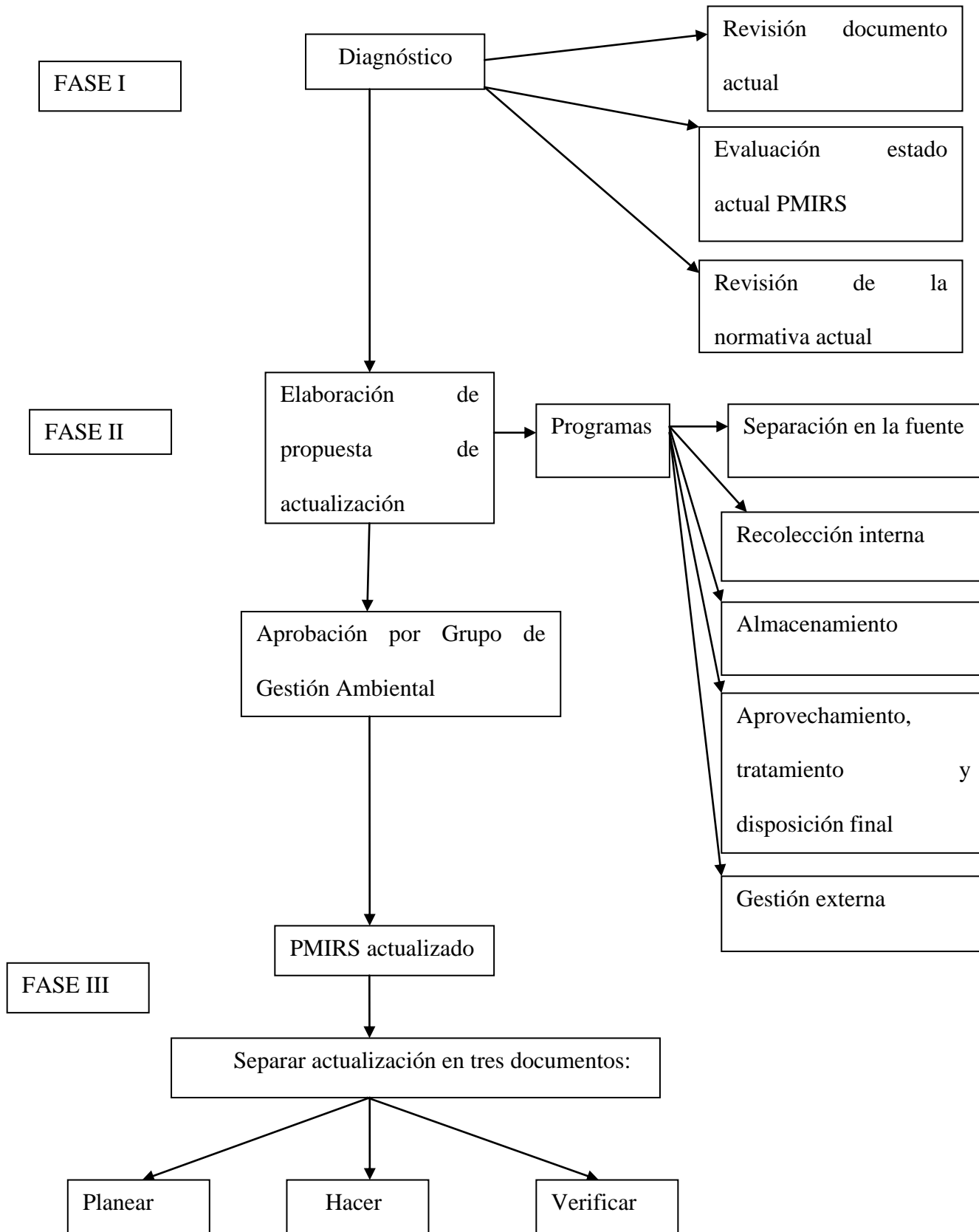
En el título J, se dan los criterios y especificaciones para los proyectos de aprovechamiento a nivel rural. (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Resolución 1045/ 2003

Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). (Área Metropolitana del Valle del Aburrá, 2013).

Metodología

Ilustración 5. Fases de actualización PMIRS



Fase I

El objetivo de esta fase es la revisión del PMIRS actual de la Corporación Universitaria Lasallista de manera que en fases posteriores se pueda aprovechar los residuos sólidos generados en la universidad y minimizar la disposición final en el relleno sanitario.

Para este diagnóstico es necesario hacer una revisión y obtener así información precisa y concreta de la generación y clase de residuos generados en la universidad.

Esta fase es de gran importancia ya que en base a ésta se aprecia cuánto ha cambiado la cantidad de residuos sólidos producidos en la Corporación Universitaria Lasallista en la actualidad.

También esta fase se caracteriza porque en ella se evalúa si se está llevando la gestión adecuada en cuanto a aprovechamiento y disposición mínima de residuos, además de verificar el cumplimiento de la normativa vigente en el país.

Fase II

Con base en el diagnóstico hecho en la etapa anterior, se llevará a cabo la propuesta de actualización del PMIRS en el que se hace la renovación de cada uno de los programas que conforman dicha propuesta de actualización como lo son el programa de separación en la fuente, recolección interna, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final y gestión externa.

Cuando la propuesta se encuentra formalmente elaborada se pone a consideración del Grupo de gestión ambiental donde será evaluada y aprobada para su ejecución

Fase III

Finalmente el PMIRS, será presentado en tres documentos prácticos: el planear, el hacer y el verificar para una fácil manipulación en la ejecución del mismo.

Resultados

Los resultados obtenidos en cada una de las fases de la metodología se presentan a continuación. En la primera fase se realizó un diagnóstico con el fin de evaluar los cambios que han surgido en la corporación con respecto al último PMIRS (Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos) realizado. En la segunda fase se creó una propuesta de actualización que posteriormente fue dirigida al Comité de Gestión Ambiental para su aprobación. Por último en la fase final después de tener el documento actualizado, se elaboraron tres documentos prácticos para un manejo fácil y apropiado del mismo.

Para lograr una actualización bien ejecutada, se realizó la caracterización de los residuos sólidos producidos en la universidad y en qué cantidad se generan, en el documento anexo número 1 llamado el planear se puede observar de manera más precisa dicha información.

En la siguiente tabla se presenta la cantidad aproximada de residuos sólidos producidos en un día en la Corporación Universitaria Lasallista:

Tabla 3. Cantidad de residuos generados en la Corporación Universitaria Lasallista

Tipo de residuo	Cantidad (Kg)
Orgánico	6,877
Ordinario	6,632
Plástico	0,322
Cartón	0,172
Papel archivo	0,029
PET	0,872
Latas	0,016
Vidrio	0,711

Papel periódico	0
Pasta	0
Cajas de huevo	0
Empaques de mekato	0
Tetrapack	0,011
Icopor	0,019
RESPEL	0
Poda y jardín	0
Otros	1,956

Según la caracterización se puede determinar que el tipo de residuo que se genera en mayor cantidad es el orgánico y aquellos en mínimas cantidades el tetrapack y el icopor, por lo tanto se debería hacer énfasis en un programa de aprovechamiento de tal residuo.

Nota: Los residuos de poda y jardín son los que se producen en mayor cantidad en la Corporación Universitaria Lasallista, solo que a diferencia de los otros residuos no son dispuestos en canecas si no llevados inmediatamente a proceso de compostaje por parte del personal se de servicios generales.

En la próxima tabla se presentan la producción de residuos peligrosos (biológicos) en el centro de laboratorios en un mes:

Tabla 4. Producción de residuos biológicos

Tipo de residuo	Cantidad (Kg)
Biosanitarios	25
Cortopunzantes	22

Anatomopatológicos	77
De animales	23

Esta es la producción de residuos peligrosos de origen biológico en La Corporación Universitaria Lasallista producidos en mes por parte del centro de laboratorios, estos residuos suman una cantidad igual a 147 Kg, o sea que La Corporación se encuentra en un rango considerado como mediano generador de RESPEL.

La próxima tabla contiene los datos de la generación de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos en La Corporación Universitaria Lasallista:

Tabla 5. RAEE

RAEE	Cantidad
Computadores	100
Televisores	15

Estos residuos fueron donados para fines benéficos ya que el fin es que vuelvan hacer reutilizados en aquellos sectores donde se encuentran comunidades con bajos recursos.

En la tabla que se presenta a continuación se encuentran las actividades inherentes a la recolección interna:

Tabla 6. Actividades inherentes a la recolección interna

Descripción	Cumple	No cumple
1. Tiene definidas rutas de recolección.	X	
2. Establece horarios y frecuencias de recolección.	X	
3. Realiza la recolección selectiva de los residuos en los puntos de generación.		X
4. Los elementos empleados para la recolección de residuos peligrosos son de uso exclusivo para este fin	X	
5. Las personas que realizan esta actividad cuentan con los elementos de protección personal necesario como tapabocas, guantes, gafas, etc.		X
6. En caso de ser necesario (por cantidades, distancias y tipo de residuos) se cuenta con equipos de cargue y movilización.	X	

En el programa de recolección interna que realiza en la Corporación tiene ciertas falencias tales como la recolección selectiva y la falta de todos los elementos de seguridad para protección personal, hay que enfocar todos los esfuerzos a corregir estas deficiencias del PMIRS ya que afectan el entorno y la salud humana.

A continuación la próxima tabla enseña las características del sitio de almacenamiento:

Tabla 7. Características del sitio de almacenamiento de residuos sólidos

Descripción	Cumple	No cumple
1. Localizado al interior de la organización y de acceso restringido.	X	
2. Los acabados permiten su limpieza e impiden la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos.		X
3. Cubierto para protección de aguas lluvias, Iluminación y ventilación adecuada (rejillas o ventanas), sistema de drenaje y piso duro e impermeable.		X

Descripción	Cumple	No cumple
4. Posee sistemas de control de incendios (equipo de extinción de incendios, suministro cercano de agua, etc.)	X	
5. La unidad de almacenamiento evita el acceso y proliferación de animales domésticos, roedores y otras clases de vectores.		X
6. El sitio no causa molestias e impactos a la comunidad.	X	
7. Cuenta con recipientes o cajas de almacenamiento para realizar su adecuada presentación.	X	
8. La unidad de almacenamiento es aseada, fumigada y desinfectada frecuentemente.		X
9. Dispone en lo posible de una báscula o sistema de medición de pesos o volúmenes y se lleva un registro para el control de la generación de residuos.	X	
10. Debe ser de uso exclusivo para almacenar residuos y estar debidamente señalizado.		X
11. Disponer de espacios por clase de residuo, de acuerdo a su clasificación (reciclable, peligroso, ordinario, etc.).	X	

El sitio de almacenamiento de residuos no es un espacio apto para las actividades que en él se desarrollan, tiene falencias que se tienen que corregir con urgencia ya que no cumple con la normativa vigente y además es un sitio que desarrolla vectores perjudiciales al ambiente.

En la segunda fase se realizó un documento que está siendo evaluado por el grupo de Gestión Ambiental, para proceder a la respectiva actualización.

En la última fase se realizaron tres documentos con el fin de facilitar las búsquedas donde la información de esta actualización sea primordial, esta información se encuentra anexa a este documento con los nombre del planear, hacer y verificar.

Tabla 8. Características del sitio de almacenamiento de residuos peligrosos

Ítem	cumple	No cumple
1. Se encuentra alejado de zonas densamente pobladas, de fuentes de captación de agua potable, de áreas inundables y de posibles fuentes externas de peligro.		X
2. Está ubicada en un sitio de fácil acceso para el transporte y para situaciones de emergencia.	X	
3. Las paredes externas y las divisiones internas son de material sólido que resista el fuego durante 3 horas.		X
4. Las puertas en las paredes interiores están diseñadas para confinar el fuego con una resistencia de 3 horas.		X
5. Existen salidas de emergencia distintas a las puertas principales de ingreso de las mercancías.		X
6. Las salidas de emergencia están señalizadas.		X
7. El piso es antideslizante, impermeable, libre de grietas y resistente a las sustancias y/o residuos que se almacenen.		X
8. Los drenajes del interior de la bodega están conectados a pozos colectores para una posterior disposición del agua residual.		X
9. Los drenajes están sellados y protegidos de daño por el paso de vehículos y el movimiento de estibas.		X
10. Todas las sustancias peligrosas almacenadas están ubicadas en un sitio confinado mediante paredes, diques o bordillos perimetrales.		X

11. El techo está diseñado de tal forma que no admita el ingreso de agua lluvia a las instalaciones, pero que permitan la salida del humo y el calor en caso de un incendio.	X	
12. Cuenta con ventilación adecuada (ya sea natural o forzada).	X	
13. Se opera con iluminación adecuada.	X	
14. Si se almacenan materiales inflamables se cuenta con equipos de protección contra relámpagos.		X
15. Si se almacenan sustancias en el exterior se tienen condiciones satisfactorias respecto a: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguridad. ✓ Protección de la lluvia. ✓ Acceso para emergencias. ✓ Sistema de contención de derrames. 		X
	X	
		X
		X
		X
16. Están señalizadas todas las áreas de almacenamiento y estanterías con la clase de riesgo correspondiente a la sustancia química peligrosa almacenada.		X
17. Están señalizados todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes señales de advertencia, obligación, prohibición e información.		X
18. Cuenta con dispositivos de detección de fuego y sistemas de respuesta.		X
19. Disponen las Hojas de Seguridad de todas las sustancias almacenadas, en un lugar visible y señalado.		X
Información adicional		
1. Están definidas y documentadas las responsabilidades de cada actor asociado a la operación de almacenamiento.		X

2.	El proveedor y/o dueño de las sustancias químicas peligrosas provee las Hojas de Seguridad.	X	
3.	Asegura que todas las sustancias peligrosas almacenadas estén debidamente etiquetadas o marcadas.		X
4.	Cuenta con un registro actual de las sustancias químicas peligrosas almacenadas que garantice el conocimiento de la cantidad y ubicación de las sustancias.		X
5.	Se realiza en condiciones de limpieza y ordenado.	X	
6.	Se realiza regularmente inspecciones ambientales y de seguridad.		X
7.	Se almacena las sustancias químicas peligrosos agrupando las que tienen riesgos comunes y evitando la proximidad de las incompatibles.	X	
8.	Se realiza condiciones de limpieza y ordenado.	X	

Actualmente el sitio de almacenamiento no cumple con la normativa actual que exige el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial y La Guía Ambiental de Almacenamiento y Transporte por Carretera de Sustancias Químicas Peligrosas y Residuos Peligrosos, por este motivo se debe buscar un nuevo lugar y adecuarlo para evitar futuras sanciones y emergencias que puedan causar perjuicios a la comunidad y el ambiente de La Corporación Universitaria Lasallista

Conclusiones

- Se realizó la propuesta de actualización del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos para presentar al Grupo de Gestión Ambiental de La Corporación Universitaria Lasallista.
- En el diagnóstico realizado se encontraron falencias en cuanto a la recolección interna, transporte externo, almacenamiento y condiciones de los recipientes de La Corporación.
- La caracterización realizada obtuvo como resultado una mayor generación de residuos orgánicos.
- En las actividades de formación y capacitación se obtuvieron una serie de compromisos en cuanto al manejo y disposición de residuos sólidos por parte de la comunidad universitaria.
- Se logro la generación de tres documentos prácticos para un manejo fácil y adecuado del Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos.

Recomendaciones

- Seguir con las actualizaciones de PMIRS para obtener mayores beneficios y evitar perjuicios a la calidad del ambiente.
- Adecuar los cuartos de almacenamiento de residuos sólidos y peligrosos de La Corporación Universitaria Lasallista según la normativa vigente.
- Generar más instalaciones de compostaje y lombricultivo para aprovechar el total de residuos orgánicos generados en La Corporación Universitaria Lasallista.
- Realizar planes de auditoría para vigilar la gestión externa de los residuos que dispone La Corporación.
- Realizar un aprovechamiento de los residuos peligrosos a aquellos que puedan ser recuperados.

Referencias

- Alcaldía de Cali. (2010). *La problemática de los residuos sólidos*. Recuperado de: http://www.cali.gov.co/publicaciones/la_problemtica_de_residuos_slidos_pub
- Alcaldía de Medellín y Secretaria de Medio Ambiente. (2006). *Guía Municipal Número Tres para el Manejo Integral de los Residuos Sólidos en Las Instituciones Educativas*. Medellín: Editorial Artes y Letras Ltda.
- Área Metropolitana del Valle del Aburrá . (2006). *Formulación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Regional del Valle del Aburrá*. Recuperado de: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Pgireaburraregional.pdf>
- Area Metropolitana del Valle del Aburrá . (2013). *Manual de compostaje* . Medellín: área Metropolitana del Valle del Aburrá.
- Área Metropolitana del Valle del Aburrá. (2008). *Guía Para el Manejo Integral de Residuos*. Recuperado de: <http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Cartillas/fotografia.pdf>
- Fernandez, A. I. (2000). *Clasificación y gestión de los residuos sólidos urbanos*. Recuperado de: http://www.infoagro.com/documentos/problemtica__clasificacion_y_gestion_residuos_solidos_urbanos.asp
- Garrigues. (2003). *Declaración medio ambiental*. Recuperado de: http://ec.europa.eu/environment/emas/pdf/es_library/74_2es_garrigues02_es.pdf
- Gerencia Corporativa Ambiental. (2010). *Impacto de los residuos sólidos sobre el sistema hídrico*. Recuperado de: <http://expresionsindical.com/pdf/varios/doc15.pdf>
- Presidencia de La República de Colombia. (1973). *Ley 23 de 1973*. Bogotá: Presidencia de La República de Colombia.
- Presidencia de La República de Colombia. (1974). *Decreto ley 2811 de 1974*. Bogotá: Presidencia de La República de Colombia.

Presidencia de La República de Colombia. (1979). *Ley 9 de 1979*. Bogotá: Presidencia de La República de Colombia.

Puerta Echeverry, S. M. (s.f.). *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. Revista Lasallista de Investigación, 1(1), 57-58.