



UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOVIS IMPONETUR VIRILISTOGA. 1948

*Facultad de Química-Farmacia
Departamento de Ingeniería Química*

Trabajo de Diploma

Título: Gestión de los residuos sólidos en la Ciudad Universitaria

Abel Santa María

Autor: Leidy Gómez Moya

Tutores: MSc. Yania Correa Cortés

Curso 2004-2005

"Año de la alternativa bolivariana para las Américas"

Resumen

Este trabajo se realizó en la Ciudad Universitaria Abel Santamaría, vinculado directamente con el proyecto “Educación Ambiental y Tecnologías Limpias” el cual esta siendo ejecutado por la facultad de Química – Farmacia en estos momentos.

Este estudio tuvo como objetivo principal generar información para mejorar el manejo y la gestión de los residuos sólidos de la Ciudad Universitaria Abel Santamaría, tales como los sistemas de recolección, transporte y disposición final de la misma, teniendo como perspectiva final dar una solución social, técnica, económica y ambientalmente correcta a los problemas que de ella se deriven. Para ello se realizó un diagnóstico sobre el estado actual de la gestión de los residuos sólidos en la UCLV incluyendo aspectos de manipulación, recolección, tratamiento, eliminación y disposición final. Se determinó la densidad aparente de los residuos. Se realizó la caracterización preliminar de los residuos sólidos generados, y se determinó la generación per cápita, parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, así como se localizaron los focos contaminantes por residuos sólidos.

Summary

This work was carried out in the University City Abel Santamaría, linked directly with the project "environmental Education and clean technologies" the one which this being executed by the ability of Chemistry - Pharmacy in these moments.

This study had as main objective to generate information to improve the handling and the administration of the solid residuals of the university city Abel Santamaría, such as the gathering systems, transport and final disposition of the same one having as final perspective to give a social solution, technique, economic and environmentally correct to the problems that are derived of her. To do that was carried out a diagnosis on the current state of the administration of the solid residuals in the UCLV including aspects of manipulation, gathering, treatment, elimination and final disposition. You of I finish the apparent density of the residuals. He/she was carried out characterization of the generated solid residuals, and you determines the generation per layer, very important parameters for the taking of decisions in what refers to projection and design of the handling systems and final disposition of the solid waste. The polluting focuses were located by solid residuals.

Índice

2.2.1 Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos	44
2.2.2 Localización de los focos contaminantes por residuos sólidos	45
2.2.3 Determinación de la densidad de los residuos sólidos	45
2.2.4 Determinación de la generación per cápita y el total diario de residuos	46
Introducción	1
Capítulo I: Marco Teórico Referencial	46
1.1 Caracterización de los residuos sólidos generados	46
1.2.5 Definición y preparación de la muestra	46
1.2.5.2 Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de la	48
1.3 Gestión de los residuos sólidos urbanos	3
1.3.1 Gestión negativa para la toma de muestras para el análisis de la	50
1.3.2 Gestión positiva	6
1.3.6 Clasificación de los residuos sólidos	52
1.4 Caracterización de la composición física de los residuos sólidos	54
Capítulo II: Resultados y Discusión	54
2.5 Caracterización de los residuos sólidos urbanos UCLV	54
3.6 Sistema de tratamiento	65
3.2.1 Determinación de la densidad de los residuos sólidos	76
3.3.2 Determinación de la producción per cápita de residuos sólidos en la UCLV	76
3.4.3 Recuperación de los residuos sólidos	94
Conclusiones	109
6.5 Biogás y gasificación	100
Apéndice	21
1.6.6 Disposición final	21
1.6.7 Rellenos sanitarios	22
1.7 Evolución mundial del análisis sectorial de los residuos sólidos	25
1.8 Evolución del análisis sectorial de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe (ALC)	27
1.8.1 Situación actual de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (ALC)	28
1.9 Evolución del análisis sectorial de los residuos sólidos en Cuba	36
Capítulo II: Materiales y Métodos	43
2. Materiales y Métodos	43
2.1 Metodología General	43
2.2 Metodología de trabajo	44

Introducción

A través del tiempo se ha demostrado que los mayores problemas de contaminación ambiental son originados por el hombre. El crecimiento de las ciudades incrementa el volumen de materiales residuales, lo cual constituye un grave problema, ya que dichos materiales se van acumulando sin que los agentes naturales puedan estabilizar o destruir toda esa materia, debido a la velocidad con que esta se genera.

Históricamente el primer problema planteado por los residuos sólidos ha sido el de su eliminación. La mayoría de los residuos terminan convirtiéndose en basura, cuyo destino final es el vertedero o los rellenos sanitarios y en muchas ocasiones estos vertederos no cuentan con un adecuado control, diseño e información sobre los residuos. Además, carecen de una apropiada impermeabilización y recubrimiento, así como la inexistencia de límites y materiales de protección. Todo esto ocasiona un impacto ambiental negativo pues la acumulación de residuos en lugares no aptos pueden causar enfermedades provocadas por vectores sanitarios, contaminación del suelo y de las aguas tanto superficiales como subterráneas, además de contaminar la población que habita en estos medios, provocar contaminación atmosférica por la emisión de olores, ruidos y material particulado, además de ocasionar problemas paisajísticos e impacto social.

La región donde se encuentra la Ciudad Universitaria Abel Santamaría ha crecido considerablemente desde su creación en el año 1953 hasta la fecha. Este creciente desarrollo económico, social, y el aumento demográfico, entre otros aspectos, han acarreado un aumento en la generación de residuos sólidos en las áreas de la Universidad. Además la falta de un manejo adecuado de los residuos sólidos ha conllevado a la proliferación de focos infecciosos constituyendo un riesgo para la salud ambiental y el deterioro del paisaje de la ciudad.

Este hecho se contempla con preocupación por las autoridades universitarias y se intenta aplicar remedio por medio de diversas políticas y actuaciones como el establecimiento de un ambiente sano y saludable, así como la conservación del ecosistema en la región universitaria, sin embargo, algunos de sus componentes en las inmediaciones del vertedero o basural ya comienzan a experimentar evidentes efectos de contaminación, creando además un impacto visual y estético negativo.

En este marco la Facultad de Química-Farmacía se encuentra ejecutando con financiamiento Belga el proyecto “Educación ambiental y tecnologías limpias” al cual tributa en gran medida este trabajo, planteándose como problema científico el deterioro ambiental generado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en la Ciudad Universitaria Abel Santamaría.

Como hipótesis de este trabajo se asume que a través de conocer las debilidades y/o fortalezas en la gestión de los residuos sólidos en la UCLV, así como las cantidades y tipos de residuos que se generan es posible dar una solución social, técnica, económica y ambientalmente correcta a los problemas que de ella se derivan.

Para darle solución a esta problemática nos trazamos los siguientes objetivos:

- Realizar un diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos en la UCLV.
- Determinar la cantidad y calidad de los residuos sólidos, así como la influencia de diferentes factores en este aspecto:
 1. Determinación de la densidad.
 2. Calculo del per cápita.
 3. Caracterización de los residuos.
- Identificar los principales focos contaminantes.
- Crear una fuente de información actualizada que sirva de base para la elaboración de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos

1. Definición de residuos sólidos urbanos (R.S.U).

Esta definición se considera muy variable y en la literatura aparece reportada de diversas formas, pero en general se definen como residuo sólido urbano los producidos en localidades urbanas y que abarcan las siguientes actividades: domiciliarias, comerciales y de servicios, residuos sanitarios (derivados fundamentalmente de unidades hospitalarias), residuos procedentes de la limpieza de vías y áreas públicas y otros afines y residuos de construcción y demolición. **(10) (14) (23) (36) (49) (59) (66) (67)**

1. 2 Importancia del problema de los residuos sólidos.

El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales.

Desafortunadamente, por lo general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad. Por lo tanto, constituye de por sí un motivo para que se implanten las soluciones adecuadas para resolver los problemas de su manejo y disposición final. **(12) (14) (42) (68)**

1. 3 Gestión de los residuos sólidos urbanos.

Uno de los indicadores que a primera vista reflejan la salud y calidad de vida de una población es el estado de limpieza y la belleza de su ciudad.

El manejo de los residuos sólidos y su disposición sanitaria final, determinan en consecuencia la calidad de la administración local y la eficiencia de sus dirigentes. A través del servicio público de aseo se puede evaluar la voluntad política, la capacidad de gestión y su responsabilidad para brindar la debida protección de la salud pública y de los trabajadores, además de obtener un buen aspecto y protección del ambiente en su territorio municipal. **(14) (42) (67)**

La gestión de los RSU consta fundamentalmente de las siguientes actividades: separación, almacenamiento, presentación para su recolección, barrido, transporte, tratamiento y disposición sanitaria final o eliminación de los residuos sólidos, siendo esta última imprescindible en el manejo de los residuos. Las primeras dos actividades son responsabilidad del usuario o generador de los residuos sólidos, las demás son competencia del municipio o de la empresa encargada de este servicio. **(20) (53) (56) (58) (65) (66).**

1. Barrido y/o limpieza de vías y áreas públicas: Cuando se menciona esta actividad se piensa a menudo que solo consiste en el barrido de calles, pero la misma es mas compleja, pues además incluye la limpieza de mercados, áreas de ferias, plazas, parques, atención a las áreas verdes, limpieza de playas, mantenimiento a cursos de agua y otros.
2. Almacenamiento inicial: Que puede ser sin separación inicial o con ella. Este componente, al que hay tendencia a restarle importancia, sin embargo determina el mantenimiento permanente de condiciones sanitarias en la localidad, garantiza la calidad de la recogida, infliere sobre el tiempo en que se ejecuta, el aprovechamiento del transporte y por tanto en los costos e influye de forma directa en la protección al personal encargado de la recolección.
3. Recogida: Puede ser selectiva o global, en puntos fijos o en viviendas. Este componente requiere de una planificación esmerada, pues tiene gran influencia sobre los costos y sobre la satisfacción de la población por el servicio brindado. Requiere de un estudio de la viabilidad, de los horarios picos, de la intensidad del tránsito, de la generación y composición de los residuos sólidos urbanos en las zonas y sobre todo del cumplimiento sistemático del recorrido y horario.
4. Transportación: Puede realizarse con diferentes vehículos especializados, con camiones no especializados, con carreta y tractor, tiro animal, etc. En dependencia de la distancia puede ser directa o una estación de transferencia.
5. Tratamiento: Es el componente que tiene como objetivo principal disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud. Los principales métodos de tratamiento para los desechos sólidos son: rellenos sanitarios, incineración, pirolisis, compostaje y lombricultura. Entre estas alternativas se debe optar por la más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales sin dejar de analizar los aspectos de contaminación.
6. Disposición final: El más recomendable es el relleno sanitario, que es el único sistema que es a la vez un método de tratamiento. Los demás métodos de tratamiento necesitan de una disposición final.

1.3.1 Gestión negativa:

a) Enfermedades provocadas por vectores sanitarios: Existen varios vectores sanitarios de gran importancia epidemiológica tales como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas cuya aparición y permanencia pueden estar relacionados en forma directa con la ejecución inadecuada de alguna de las etapas en el manejo de los residuos sólidos. **(8) (20) (21) (22) (26) (27) (69) (70)**

b) Contaminación de aguas: el efecto ambiental más serio, pero menos reconocido que provoca la disposición no apropiada de residuos es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por el vertimiento de las basuras a los ríos y quebradas, y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto, respectivamente. La descarga de las basuras a las corrientes de agua, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población. La descarga de las basuras en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, traen consigo también la disminución de los cauces y canales, y la obstrucción de los alcantarillados. En época de lluvias, esto provoca inundaciones que en algunos casos ocasionan la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, más graves aún, de vidas humanas. **(42) (68)**

c) Contaminación atmosférica: En los botaderos a cielo abierto es evidente el impacto negativo causado por los desechos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores. **(9) (14) (42) (67) (68)**

d) Contaminación de suelos: Deterioro estético y desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas, por el abandono y acumulación de los desechos sólidos a cielo abierto. Por otro lado los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados y las distintas sustancias depositadas allí sin ningún control, dejándolos inutilizados por largos períodos de tiempo. **(9) (14) (42) (67) (68)**

e) Problemas paisajísticos y riesgo: La acumulación en lugares no aptos de residuos trae consigo un impacto paisajístico negativo, además de tener en algunos casos asociados un importante riesgo ambiental, pudiéndose producir accidentes, tales como explosiones o derrumbes. (9) (14) (42) (67) (68)

f) Salud humana : Estos riesgos son ocasionados por el contacto directo con la basura, que a veces contiene excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas son los *recolectores*, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, al uso de equipos inapropiados y por carecer de ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad. En la misma situación se encuentran los *segregadores*, cuya actividad de separación y selección de materiales es realizada en las peores condiciones y sin la más mínima protección. Es necesario anotar que en todas estas personas se muestra una incidencia más alta de parásitos intestinales que en el público en general. Además, experimentan tasas más altas de lesiones que las de trabajadores de la industria; estas lesiones se presentan en las manos y en los pies, así como también lastimaduras en la espalda, hernias, heridas, enfermedades respiratorias y en la piel, entre otras. (14) (42) (67) (68)

1.3.2 Gestión positiva (9) (42):

a) Conservación de recursos: el manejo apropiado de las materias primas, la minimización de residuos, las políticas de reciclaje y el manejo apropiado de residuos traen como uno de sus beneficios principales la conservación y en algunos casos la recuperación de los recursos naturales. Por ejemplo, puede recuperarse el material orgánico a través del compostaje. (14) (42) (67) (68)

b) Reciclaje: un beneficio directo de una buena gestión lo constituye la recuperación de recursos a través del reciclaje o reutilización de residuos que pueden ser convertidos en materia prima o ser utilizados nuevamente. (14) (42) (67) (68)

c) Recuperación de áreas: otros de los beneficios de disponer los residuos en forma apropiada es un relleno sanitario. Es la opción de recuperar áreas de escaso valor y convertirlas en parques y áreas de esparcimiento, acompañado de una posibilidad real de obtención de beneficios energéticos (biogás). (14) (42) (67) (68)

1.4 Clasificación de los residuos sólidos.

Existen varias formas posibles de clasificar los residuos sólidos. Por ejemplo:

- Por su naturaleza física: seca o mojada. (32)
- Por su composición química: materia orgánica y materia inorgánica. (20) (21) (22) (26) (58) (65) (66)
- Por los riesgos potenciales: peligrosos, no-inertes e inertes. (42) (2) (6)
- Por su origen, esto es donde o quien los genera.

Pero en este trabajo solo se tendrá en cuenta la clasificación según su origen.

1.4.1 Clasificación por origen de los residuos sólidos.

Se puede definir el residuo por la actividad que lo origine, esencialmente es una clasificación sectorial.

Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto a nivel de detalle en que se puede llegar a ella. **(32)**

Los mismos pueden proceder de: **(2) (6) (20) (42) (53) (56) (58) (65) (66) (68)**

Domiciliarios : Son los residuos sólidos originados por la vida diaria de las residencias, y están constituidos por restos de alimentos (como cáscaras de frutas, verduras, etc.), productos deteriorados, periódicos y revistas, envases, embalajes en general, papel higiénico, pañales desechables y una gran diversidad de otros artículos. Contienen además algunos residuos que pueden ser peligrosos.

Comerciales: Son los residuos sólidos originados por los diversos establecimientos comerciales y de servicios, tales como supermercados, establecimientos bancarios, tiendas, hospedajes y hoteles, bares, restaurantes, escuelas, etc. Los residuos sólidos de estos establecimientos y servicios tienen un fuerte componente de papel, plásticos, embalajes diversos y residuos de aseo de los empleados y usuarios, como toallines, papel higiénico, etc.

Barrido: Son los residuos sólidos originados por los servicios de:

- Higiene pública urbana, incluyendo todos los residuos del barrido de las vías públicas, limpieza de playas, alcantarillado, cloacas, plazas y terrenos, restos de poda de árboles, etc.
- Limpieza de áreas de ferias, constituidos por restos de vegetales diversos, envoltorios, cajas, etc.

De servicios de salud y hospitalarios : Son los residuos sólidos producidos por servicios de salud, tales como: hospitales, clínicas, laboratorios, farmacias, clínicas veterinarias, puestos de salud, etc. Están constituidos por:

(I) Residuos comunes: papeles, restos de la preparación de alimentos, residuos de limpiezas generales (polvos, cenizas, etc.) y otros materiales que no entran en contacto directo con los pacientes o con los residuos contaminados. Son considerados como residuos domiciliarios.

(II) Residuos contaminados: agujas, gasas, jeringas, vendas, algodones, órganos y tejidos extraídos y amputados, medios de cultivo y animales usados para ensayos, sangre coagulada, guantes desechables, medicinas vencidas, instrumentos de resina sintética, placas fotográficas de Rayos X, etc. **(2) (35)**

Puertos, aeropuertos, terminales rodo y ferroviarias Se consideran residuos peligrosos, ya que contienen o pueden potencialmente contener gérmenes patógenos traídos desde el extranjero a los aeropuertos, puertos y terminales ferro y rodo viarias. Básicamente son originados por material de higiene, aseo personal y restos de alimentos que pueden transmitir enfermedades provenientes de otras ciudades, estados o países.

También en este caso, los residuos comunes de estos locales se consideran como residuos domiciliarios.

Industriales: Son los residuos sólidos originados por las actividades de las diversas ramas de la industria, tales como, metalúrgica, química, petroquímica, papelera, alimenticia, etc.

Los residuos sólidos industriales son bastante variados, y pueden estar constituidos por cenizas, lodos, aceites, materias primas y productos no aptos para el uso, plásticos, papel,

madera, fibras, goma, metal, escorias, vidrios y cerámicas, etc. En esta categoría se incluye la mayor parte de los residuos sólidos considerados peligrosos. (2) (42)

Agrícolas: Residuos sólidos de actividades agrícolas y pecuarias, como envases de abonos, insecticidas y herbicidas, raciones, restos de cosecha, etc.

En varias regiones del mundo, estos residuos ya constituyen una preocupación creciente, destacándose las enormes cantidades de estiércol animal generadas en los establecimientos ganaderos intensivos. Los envases de agroquímicos diversos, en general altamente tóxicos, en otros países han sido objeto de una legislación específica, para definir los cuidados acerca de su destino final y, a veces, corresponsabilizando a la propia industria fabricante de estos productos.

Escombros: Residuos de la construcción civil como demoliciones y restos de obras, tierra de excavaciones, etc. Los escombros generalmente son un material inerte, que puede ser reaprovechada.

1.5 Caracterización de los residuos sólidos urbanos.

La generación y caracterización de los residuos sólidos urbanos, son parámetros muy importantes para la toma de decisiones en lo que se refiere a proyección y diseño de los sistemas de manejo y disposición final de los desechos sólidos, por ello se debe poner especial atención a este parámetro desde la selección de la muestra hasta su análisis estadístico. (42)

La caracterización de residuos se define de forma general como una actividad que engloba la descripción de las cantidades y de las propiedades de los residuos sólidos y de los materiales que los componen. Estas dos áreas generales (cantidades y propiedades) pueden ser divididas y organizadas aún más dependiendo de las circunstancias.

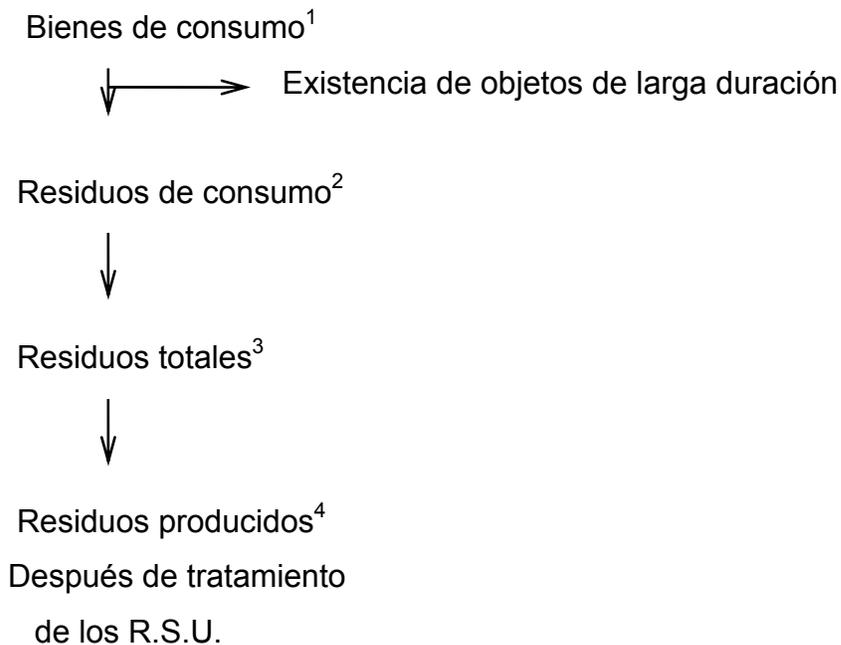
El objetivo de este estudio es generar información cualitativa y cuantitativa, utilizando métodos de muestreo estadístico y análisis señalados, para la determinación de la generación per cápita, propiedades físicas, químicas, biológicas y el porcentaje de productos recuperables y no recuperables, con la finalidad de fundamentar las conclusiones y

adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución sobre el manejo y eliminación de desechos de una ciudad. (49) (52) (60)

Dada la heterogeneidad de los residuos domiciliarios, principal componente de los R.S.U. cabe destacar que la bondad de los resultados va a depender de la fiabilidad de las muestras tomadas. Es por este motivo por lo que hay que destacar el importante cometido que significa la selección de itinerarios a muestrear y su representatividad dentro del conjunto total de residuos generados, teniendo en cuenta las ciertamente seguras variaciones estacionales. (7)

Las muestras seleccionadas para las determinaciones de composición y estudios analíticos han de ser tratadas cuidadosamente y ateniéndose a una normativa establecida. Es absolutamente necesario que esta normativa esté estandarizada para poder llegar a efectuar estudios comparativos entre resultados obtenidos en diferentes países. Por otra parte, para todos los estudios analíticos, aunque su ejecución requiere una minuciosidad en la sistemática, no resulta necesaria una realización de muy alta precisión. Diríase que se pueden definir como análisis de resultados groseros. Los errores que se consideran los que lleva implícitos la muestra estudiada frente al total de los residuos que trata de representar.

Diferentes categorías para caracterizar los residuos (49)



¹Análisis de los bienes de consumo, ²Análisis a partir de la recolección de puerta a puerta, ³Análisis a la entrada de una planta de tratamiento, ⁴ Análisis a la salida de una planta de tratamiento

Cabe destacar que en este trabajo se utilizará la categoría # 3 ya que es la que mejor se ajusta a nuestras condiciones de las que aparecen reportadas en la literatura.

Como análisis que son de interés frente a los distintos tipos de R.S.U. pueden considerarse los siguientes: **(49)**

PARÁMETRO	VALOR MEDIO	DESCRIPCIÓN	IMPORTANCIA
Tasa de generación por habitante (kg/ día/hab)		En la evaluación de la utilización del proceso de compostaje. Cantidad de residuos generados por habitante en un período de tiempo específico. Se refiere a las cantidades efectivamente recolectadas y a la población atendida.	Para la planificación de todo el sistema de gestión de los residuos sólidos, principalmente con respecto al dimensionamiento de instalaciones y equipos.
Composición física		Presenta los porcentajes de las fracciones de los residuos sólidos: papel, cartón, madera, trapos, cuero, plástico blando, materia orgánica, metal ferroso, metal no ferroso, vidrios, gomas y otros.	Para el estudio de aprovechamiento de las diversas porciones, y para el compostaje.
Densidad aparente	150-250 Kg/m ³	Relación entre la masa y el volumen de los residuos sólidos. Se calcula para las diversas fases de la gestión de los residuos sólidos.	Dimensionamiento del sistema de recolección y el tratamiento, determina la capacidad volumétrica de los medios de recolección, transporte y disposición final.
Humedad	40-60 %	Cantidad de agua contenida en la masa de los residuos sólidos.	En la selección del tipo de tratamiento y para la adquisición de los equipos de recolección; influye notablemente sobre el poder calorífico y la densidad, así como en la velocidad de

			descomposición biológica de los materiales biodegradables presentes en la masa de los residuos sólidos.
Nivel de materiales combustibles e incombustibles		Cantidad de materiales que se prestan para la incineración, y de materiales inertes.	Junto con la humedad, informa, aproximadamente sobre las propiedades de combustión de los residuos.
Poder calorífico	800-1600 Kcal/Kg	Es la cantidad de calor generada por la combustión de 1 Kg de residuos sólidos mixtos, y no sólo aquellos materiales fácilmente combustibles.	Evaluación para las instalaciones de incineración.
Composición química		Normalmente se analizan: N, P, K, S, C, relación C/N, pH y sólidos volátiles.	En la definición de la forma más adecuada de disposición final.
Nivel de materia orgánica		Cantidad de materia orgánica contenida en los residuos sólidos. Incluye materia orgánica no-putrescible (papel, cartón, etc.) y putrescible (verdura, alimentos, etc.)	En la evaluación de la utilización del proceso de compostaje.
Grado de compactación	Según sistema 1/2 o 1/3	El grado de compactación es una propiedad intrínseca del sistema de compactación utilizado	Dependiendo del sistema de compactación que se use, nos da la idea de la reducción de volumen que podemos lograr para facilitar su transporte.

Material volátil y materia fija	75 %		Determinación de contenido de materia orgánica; determinación de relación materia orgánica / inertes.
Otras determinaciones			Tamaño de partícula y distribución de tamaño, punto de fusión de la ceniza, biodegradabilidad del residuo

1.6 Sistemas de tratamiento.

El tratamiento en el manejo de los desechos sólidos tiene como objetivos principales disminuir el riesgo de producir contaminación y proteger la salud.

Entre las alternativas consideradas se debe optar por la solución más adecuada a las condiciones técnicas y socioeconómicas locales, sin dejar de analizar los aspectos de contaminación.

Los principales métodos de tratamiento de basuras son la incineración, la compostación y la recuperación, y tienen como propósito reducir su volumen. Sin embargo, se requiere de un relleno sanitario para disponer los residuos que se producen, por lo tanto no se consideran como métodos de disposición final. **(13) (12) (29) (61)**

1.6.1 Incineración.

La incineración de los desechos sólidos logra una reducción de volumen, dejando un material inerte (escorias y cenizas), cerca del 10% del inicial, y emitiendo gases durante la combustión. Tal reducción es obtenida en hornos especiales en los que se puede garantizar aire de combustión, turbulencia, tiempos de retención y temperaturas adecuadas. Una mala combustión generará humos, cenizas y olores indeseables. **(59) (29) (42) (46) (48) (68)**

La técnica de la incineración, a excepción de cuando se usa en los residuos hospitalarios, no es recomendable para nuestros países en vías de desarrollo, y menos aún para las pequeñas poblaciones, debido a las siguientes causas: **(17)**

- Se requiere de un elevado capital inicial.
- Altos costos operativos fuera del alcance de nuestras poblaciones.
- Se necesitan técnicos bien calificados, los cuales son escasos.
- Su operación y mantenimiento son complejos y presentan muchos problemas.
- No es flexible para adaptarse a tratar mayores cantidades adicionales.
- En ocasiones se requiere de combustible auxiliar, ya que el poder calorífico de la basura es bajo y contiene mucha humedad.

- Se requieren equipos de control para evitar la contaminación del aire, ya que ningún incinerador produce una emisión enteramente libre de contaminantes.

1.6.2 Compostación.

La compostación es un proceso por el cual el contenido orgánico de la basura es reducido por la acción bacteriológica de microorganismos contenida en la misma basura, resultando un material denominado compost, que es un mejorador de suelos (mas no un fertilizante), lo que le da un valor comercial. No obstante, este valor es menor que el costo de producción. **(17) (18) (27) (31)**

El método de compostado como tratamiento de los desechos sería sumamente beneficioso para los países en desarrollo, ya que mediante él se recupera un recurso provechoso de la basura como es la materia orgánica y, dado que exige la separación del resto de residuos sólidos, se convierte en una buena oportunidad para iniciar las prácticas del reciclaje de otros materiales.

Sin embargo, antes de decidir la construcción de una planta de compost, se debe considerar cuidadosamente si el producto cuenta con un mercado para su comercialización, ya que muchas plantas en el mundo han fracasado debido a la dificultad que tuvieron en ese sentido. **(1) (43) (45) (46)**

Por consiguiente, en nuestro medio el sistema se ha mostrado poco exitoso por:

- Requerir la separación de los desechos.
- Ser poco flexible para adaptarse a tratar mayores cantidades adicionales.
- La inestabilidad del mercado del compost.
- Elevado capital de inversión.
- Los altos costos de operación y mantenimiento de la planta.
- Requerir técnicos calificados para operar la planta.
- Los altos costos de transporte hacia las zonas rurales.

El proceso de compost puede ser recomendable en algunas poblaciones pequeñas en las que se pueden procesar, por medios manuales, los desechos sólidos provenientes especialmente de los mercados pues su composición es netamente orgánica, aunque debe tenerse cuidado

con los costos de distribución ya que pueden incrementar los costos totales de producción. (5)
(31) (34) (35) (41) (54) (61)

1.6.3 Recuperación.

Hasta ahora, los sistemas de manejo de basuras han estado principalmente dedicados a trasladar materiales de un lugar a otro y a proceder a su eliminación final al menor costo. El manejo de los residuos sólidos está siendo sometido a reconsideración, debido al continuo crecimiento de la generación de desechos sólidos, además de las complejidades del tratamiento que surgen por los nuevos tipos de materiales empleados, las presiones por alcanzar normas ambientales más altas, y la creciente explotación de los recursos naturales.
(5)(32)(42)

Actualmente, existe en los países industrializados una creciente toma de conciencia de que el abastecimiento de materias primas no es ilimitado, además de que la recuperación de lo que se considera como desecho, puede convertirse en un elemento esencial en la conservación de los recursos naturales.

La recuperación puede dividirse en tres categorías:

- La reutilización o reuso directo de un producto o material que se ha limpiado, reparado (botellas y envases, cajas de cartón) o vuelto a armar (motores).
- El reciclaje, proceso mediante el cual los desechos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante (vidrios rotos, papel y cartón, metales, plásticos, etc.).
- Uso constructivo y transformación de desechos en diferentes productos (recuperación de tierras por relleno sanitario, conversión de desechos orgánicos en compost) o en fuente de energía (biogás producido por la digestión anaeróbica de los desechos orgánicos, recuperación de calor proveniente de la incineración de las basuras).

La separación de materias existentes en la basura se hace tradicionalmente en forma manual, ya sea en el sitio de origen, en las aceras, en el vehículo recolector o en el sitio de disposición final. Este último caso es muy frecuente en casi todos los botaderos de basura de las grandes ciudades y aun de pequeñas poblaciones en toda la región. Esta actividad la realizan normalmente personas de escasos recursos, en busca del sustento diario para sus familias, sin control alguno y en condiciones inhumanas de trabajo, sin el mínimo de normas sanitarias y de seguridad social. Por este motivo, se debe evitar esta práctica en beneficio de un *programa completo y con participación extendida a la comunidad*. **(5) (12) (27) (39) (40) (61) (62)**

De otro lado, hay en diversos países del mundo, especialmente en Europa, un gran número de instalaciones que presentan sistemas de separación utilizando equipos mecánicos, algunos con gran sofisticación tecnológica, pero que han presentado diversos problemas de operación y mantenimiento, y con una eficiencia aun por debajo de lo deseable, dados los altos costos de inversión.

Hasta la fecha, las experiencias obtenidas en los países en desarrollo con plantas industriales para el aprovechamiento de desechos sólidos, no han sido muy halagadoras y frecuentemente han constituido un completo fracaso. Por lo tanto, se recomienda para estas pequeñas poblaciones la recuperación en el origen o en la fuente donde se generan los residuos, puesto que ésta brinda los mayores beneficios para la labor manual y no cuenta con mayores exigencias en cuanto a necesidad de capital. **(61) (62)**

Entre algunas de las ventajas que le reporta al municipio la recuperación o reciclaje de materiales en el origen, se encuentran las siguientes:

- Generar empleo organizado, a través de grupos cooperativos.
- Reducir el volumen de desechos sólidos a ser recogidos y transportados.
- Disminuir las necesidades de equipo recolector.
- Aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y, por lo tanto, disminuir la demanda de tierras que son cada día más escasas y costosas.
- Obtener ingresos que podrán cubrir parcialmente los costos del servicio de aseo.
- Disminuir los costos por la prestación del servicio de aseo.

- Conservar los recursos naturales y proteger el ambiente.

Las administraciones locales y los gobiernos centrales deben fomentar la recuperación general de los recursos a través de diversas medidas, como por ejemplo las que estimulan el mercado de productos reciclados, a través de centros de compra o acopio. Una acción prioritaria del municipio es la sensibilización de la colectividad frente a los problemas derivados de la recolección de los residuos sólidos, y a las formas adecuadas para efectuar tal recolección. **(32) (42)**

Además, deben existir Campañas de Educación Ambiental dirigidas a generar una actitud favorable por parte de la comunidad, para mejorar el servicio de recolección y facilitar la recuperación de materiales a través de la separación de los desechos. No obstante, debe analizarse la existencia de un mercado consumidor para los materiales, pues ningún sistema de recuperación de residuos tendría éxito sin una venta asegurada de sus productos.

Por último, se puede asegurar que la tendencia mundial es la de incrementar al máximo la recuperación o reciclaje de las basuras, considerada como la única solución a este problema que enfrenta la humanidad. "El éxito del programa de reciclaje depende de la participación comunitaria que se logre, siendo el objetivo principal la formación en aspectos ambientales para lograr el hábito del reciclaje con especial énfasis en las nuevas generaciones". **(10)(11)**

1.6.4 Pirolisis.

Es la combustión de materia en atmósferas prácticamente ausente de oxígeno.

El proceso consta de una separación clásica de fracciones no orgánicas, secado variable y pirolización en lecho fluido de aire- nitrógeno pobre en oxígeno. **(1) (4) (27) (32) (38)**

Las tres fracciones de componentes más importantes producidas mediante pirolisis son las siguientes: **(59)**

1. Una corriente de gas que contiene principalmente Hidrógeno, Metano, Monóxido de Carbono y diversos gases, según las características del material sometido a este tratamiento.
2. Una fracción líquida que consiste en un flujo de Alquitrán o aceite, que contiene Acido Acético, Acetona Metanol e hidrocarburos oxigenados complejos. Con un procesamiento

adicional, la fracción líquida puede utilizarse como aceite combustible sintético sustituyendo al aceite combustible convencional.

3. Una fracción sólida (coque), la cual es un combustible ligero y poroso que está formado por Carbono casi puro, con algún otro material inerte presente en los residuos.

Se ha encontrado que las distribuciones de las fracciones del producto varían drásticamente según la temperatura en la que se lleva a cabo la pirolisis.

Las ventajas de la pirolisis sobre la incineración son: **(1) (4) (27) (32) (38)**

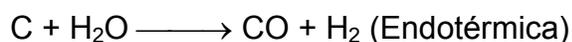
1. Obtención de productos aprovechables.
2. Menos contaminación ambiental.
3. Remedia la escasez de energía

1.6.5 Biogás o gasificación.

La gasificación es el término global utilizado para describir el proceso de combustión parcial en el combustible quemado con menos aire que el estequiométrico.

La gasificación es una técnica energéticamente eficaz para reducir el volumen de los R.S.U. y recuperar energía. Esencialmente el proceso implica la combustión parcial de un combustible rico en Carbono para generar un combustible gaseoso con alto contenido de Monóxido de Carbono, Hidrógeno y algunos hidrocarburos saturados, principalmente Metano. El gas combustible puede quemarse en un motor de combustión interna, turbina de gas o caldera con cantidades adicionales de Oxígeno.

Durante el proceso de gasificación se obtienen cinco reacciones simples:



El calor necesario para sostener el proceso se obtiene de las reacciones exotérmicas, mientras que los componentes de la combustión son generados principalmente por las reacciones endotérmicas. **(30)**

Cuando un gasificador está funcionando a presión atmosférica con aire como oxidante, los productos finales del proceso de gasificación son gases de bajo poder calorífico que normalmente contienen una composición de:

10 % CO₂

20 % CO

15 % H₂

2 % CH₄

Siendo el resto N₂

Un coque que contiene Carbono e inerte incombustibles y líquidos condensados parecidos al aceite obtenido por pirolisis. El gas tiene un bajo poder calorífico (5.600 Kj/m³). Sin embargo, cuando se utiliza O₂ puro como oxidante se puede producir un gas con un poder calorífico de 11.200 Kj/m³. **(3)**

1.6.6 Disposición final.

A continuación se presentan los principales métodos de disposición final de basura: **(31) (42) (50) (61)**

- relleno sanitario;
- vertido a corrientes de agua o al mar;
- botadero a cielo abierto;
- quema al aire libre;
- alimentación de animales.

De éstos, el relleno sanitario es considerado como el único admisible, ya que no representa mayores molestias ni peligros a la salud pública.

El lanzamiento de las basuras en los cursos de agua, lagos o mares, es inaceptable debido al desequilibrio ecológico que produce, sobre todo por la adición excesiva de nutrientes y carga orgánica al agua. El abandono de los desechos a cielo abierto ocasiona serios problemas de salud pública por la proliferación de insectos y roedores transmisores de múltiples

enfermedades, además de los humos que se producen por los continuos incendios, y que causan el deterioro estético de las ciudades y del paisaje natural. **(42)**

La alimentación de animales con desechos crudos debe prohibirse por el alto riesgo de transmisión de enfermedades al hombre. Se puede admitir la alimentación de animales con desperdicios de comida de hoteles y restaurantes bajo un estricto control, sólo si se garantiza que sean recocinados a una temperatura de 100°C durante por lo menos 30 minutos.

1.6.7 Rellenos sanitarios.

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población. **(15) (31) (42) (61)**

La obra de ingeniería consiste en preparar un terreno, colocar los residuos extenderlos en capas delgadas, compactarlos para reducir su volumen y cubrirlos al final de cada día de trabajo con una capa de tierra de espesor adecuado.

Un relleno sanitario planificado y ambiental de las basuras domesticas ofrece, una vez terminada su vida útil, excelentes perspectivas de una nueva puesta en valor del sitio gracias a su eventual utilización en usos distintos al relleno sanitario; como ser actividades silvoagropecuarias en el largo plazo.

El relleno sanitario es un sistema de tratamiento y, a la vez disposición final de residuos sólidos en donde se establecen condiciones para que la actividad microbiana sea de tipo anaeróbico (ausencia de oxígeno). Este tipo de método es el más recomendado para realizar la disposición final en países como el nuestro, pues se adapta muy bien a la composición y cantidad de residuos sólidos urbanos producidos, además de ser económica.

La definición mas aceptada de relleno sanitario es la dada por la sociedad de ingenieros civiles (ASCE) ; Relleno sanitario es una técnica para la disposición de residuos sólidos en el

suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada.

Los rellenos sanitarios presenta una serie de ventajas como son: **(1) (4) (29) (42) (51) (69)**

1. El relleno sanitario, como método de disposición final de los desechos sólidos urbanos, es sin lugar a dudas la alternativa más conveniente para nuestros países. Sin embargo, es esencial asignar recursos financieros y técnicos adecuados para su planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.
 2. La inversión inicial de capital es inferior a la que se necesita para plantar cualquiera de los métodos de tratamiento: incineración o compostaje.
 3. Bajos costos de operación y mantenimiento.
 4. Un relleno sanitario es un Método completo y definitivo, dada su capacidad para recibir todo tipo de desechos sólidos, obviando los problemas de cenizas de la incineración y de la materia no susceptible de descomposición en el compostaje.
 5. Generar empleo de mano de obra no calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo.
 6. Recuperar gas metano en grandes rellenos sanitarios que reciben más de 200 ton/día, lo que constituye una fuente alternativa de energía.
- Su lugar de emplazamiento puede estar tan cerca al área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, reduciéndose así los costos de transporte y facilitando la supervisión por parte de la comunidad.
7. Recuperar terrenos que hayan sido considerados improductivos o marginales, tornándolos útiles para la construcción de un parque, área recreativa, campo deportivo, etc.
 8. Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación.

9. Se considera flexible, ya que no precisa de instalaciones permanentes y fijas, y también debido a que está apto para recibir mayores cantidades adicionales de desechos con poco incremento de personal.

También a la hora de aplicar este tipo de tratamiento nos encontramos con una serie de dificultades como son:

1. La adquisición del terreno constituye la primera barrera para su construcción, debido a la oposición que se suscita por parte del público, ocasionada en general por factores tales como:

- La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario.
- Asociarse el término "relleno sanitario" al de un "botadero de basuras a cielo abierto".
- La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones locales.
- El rápido proceso de urbanización que encarece el costo de los pocos terrenos disponibles, debiéndose ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de las rutas de recolección, lo cual aumenta los costos de transporte.

2. La supervisión constante de la construcción para mantener un alto nivel de calidad de las operaciones. En las pequeñas poblaciones, la supervisión de rutina diaria debe estar en manos del encargado del servicio de aseo, debiendo éste contar a su vez con la asesoría de un profesional responsable, dotado de experiencia y conocimientos técnicos adecuados, quien inspecciona el avance de la obra cada cierto tiempo, a fin de evitar fallas futuras.

3. Existe un alto riesgo de transformarlo en botadero a cielo abierto por la carencia de voluntad política de las administraciones municipales, ya que se muestran renuentes a invertir los fondos necesarios para su correcta operación y mantenimiento.

4. Se puede presentar una eventual contaminación de aguas subterráneas y superficiales cercanas, si no se toman las debidas precauciones.

5. Los asentamientos más fuertes se presentan en los primeros dos años después de terminado el relleno, por lo tanto se dificulta el uso del terreno. El tiempo de asentamiento dependerá de la profundidad del relleno, tipo de desechos sólidos, grado de compactación y de la precipitación pluvial de la zona.

Producto de la utilización de este tipo de tratamiento se producen gases y el lixiviado o líquido percolador.

1.7 Evolución mundial del análisis sectorial de los residuos sólidos.

Hasta donde nos lo permite conocer la Historia, hoy en día nos encontramos en una situación sin precedentes: nuestros espacios de reserva están disminuyendo, y la Tierra parece volverse demasiado pequeña para su creciente población, ya que actualmente la población mundial es de cerca de 6 mil millones de habitantes y se prevé que para los próximos 30 años, de un aumento de 3 mil millones de habitantes, llegando a un total de 9 mil millones.

(30) (31) (69)

El aumento de la población mundial conlleva un aumento en el uso de las reservas del planeta, de la producción de bienes y también de la generación de residuos.

Vinculado a lo anterior, viene la contaminación del suelo, de las aguas (subterráneas y de superficie) y del aire, llevando a un continuo y acelerado proceso de deterioro de nuestro ambiente, con una serie de implicancias negativas en la calidad de vida de sus habitantes y en sus bienes naturales. Una parte significativa de este deterioro se debe al tratamiento inadecuado de los residuos generados.

El grado de urbanización también está creciendo. En 1800, apenas 5 de cada 100 habitantes vivía en ciudades. Desde entonces a esta parte, el número aumentó a 40. El ser humano está saliendo de la zona rural para ir a la ciudad.

Los residuos sólidos están adquiriendo dimensiones crecientes. Los Estados Unidos lideran al mundo entero en cuanto a su producción de residuos sólidos. De acuerdo con la EPA (Environmental Protection Agency), el órgano de control ambiental federal de los Estados Unidos cada norteamericano produce 1,63 kg/día de residuos, lo cual significa que se generan más de 200 millones de toneladas anuales de residuos en ese país.

De ese total, dos tercios se destinan a rellenos sanitarios, 16% es incinerado, y lo restante es separado y es reciclado. Este último valor tiende a crecer para el futuro, debido a que los programas de recolección selectiva para reciclaje van en continuo aumento. En 1988, esos programas eran casi un millar. Hoy son más de 5.000 y ocupan unos 85 millones de personas.

De acuerdo a la "Declaración Ministerial de Bergen sobre el Desarrollo Sostenible (año 1991)", el volumen total anual de desechos urbanos (excluyendo los escombros de construcción), generado en todo el mundo se calcula en 720.000 millones de toneladas, de las cuales 440.000 millones corresponden a los países industrializados y 280.000 millones a los países en desarrollo.

El hito que constituye la declaración pública de un estado de conciencia global, en relación con el problema de que hacer con los residuos, fue la Conferencia de Desarrollo y Medio Ambiente, celebrada en Río de Janeiro a mediados de 1992 (ECO-RIO, 92). Los principios aquí formulados adquirieron fuerza de ley en la mayoría de los países que integran la Comunidad Europea y Japón o de reglamentos oficiales en los EE.UU. y Canadá. **(35)**

En los países desarrollados predomina la incineración y el vertido como sistemas de eliminación de los residuos sólidos generados ejemplo de esto es Japón, Luxemburgo, Suiza y Bélgica donde entre el 75 y el 50% de los residuos generados son incinerados y en Grecia, Gran Bretaña, Portugal y Canadá entre el 100 y el 80% son vertidos. Aunque el compostaje y el reciclaje no son métodos muy utilizados hay países como Austria, España, Portugal que utilizan el compostaje y otros como Suiza, Suecia, Holanda y Alemania el reciclaje, aunque en ninguno de los dos casos los volúmenes de residuos que se tratan por estos métodos son apreciables con relación a los volúmenes de residuos que se generan.

A diferencia de los países desarrollados los países en vías de desarrollo los métodos mas utilizados son el relleno sanitario y el reciclaje ya que los mismos no cuentan con recursos suficientes para implementar la incineración debido a su alto costo tanto de instalación como de mantenimiento. **(59)**

1.8 Evolución del análisis sectorial de los residuos sólidos en América Latina y el Caribe (ALC).

La generación de residuos sólidos domiciliarios en la Región varía de 0,3 a 0,8 kg/hab/día. Cuando a estos desechos domiciliarios se les agrega otros residuos como los de comercios, mercados, instituciones, pequeña industria, barrido y otros, esta cantidad se incrementa de 25 a 50%, o sea que la generación diaria es de 0,5 a 1,2 kg por habitante, siendo el promedio regional de 0,92. La información recogida de diferentes fuentes y principalmente de la OPS se muestra que en las áreas metropolitanas y ciudades de más de 2 millones de habitantes (muestra de 16 ciudades), el promedio es de 0,97 kg/hab/día; en otras 16 ciudades grandes de 500.000 y 2 millones de habitantes ese promedio llega a 0,74; y en una muestra de 24 ciudades intermedias y pequeñas de menos de 500.000 habitantes el promedio es de 0,55 kg/hab/día. Con la generación promedio de 0,92 kg/hab/día, se estima que la población urbana (360 millones) en ALC está produciendo 330.000 toneladas diarias de residuos sólidos municipales. **(18)**

Lo anterior confirma que el tamaño de las ciudades y el ingreso per cápita son factores determinantes para que la generación por habitante se incremente. Por otro lado, la aplicación de políticas para reducir la generación de desechos sólidos municipales es aún débil, ya que estos valores siguen incrementándose. Estudios de JICA en la ciudad de Guatemala y Asunción efectuados entre 1992 y 1993, respectivamente, indicaban un incremento anual de la generación de residuos de 1 a 3% ligado al aumento del ingreso per cápita. Por otra parte, se ha observado la siguiente generación de residuos sólidos municipales en función de los ingresos de los países:

- Países de bajos ingresos 0,4 - 0,6 kg/hab/día
- Países de ingresos medios 0,5 - 0,9 kg/hab/día
- Países de altos ingresos 0,7 - 1,8 kg/hab/día

En el Caribe la generación de residuos domiciliarios se estima en 0,58 kg/hab/día y la comercial e institucional en 0,45 kg/hab/día con un total de generación de residuos sólidos municipales de 1,0 kg/hab/día.

1.8.1 Situación actual de la gestión de residuos sólidos en América Latina y el Caribe (ALC).

Algunos países de ALC, tales como México, Brasil, Chile, Colombia y Argentina, están empezando a evaluar los mecanismos y acciones de protección y fiscalización del ambiente, así como las medidas tomadas para la prevención de la contaminación, lo que determina en conjunto con otros sectores, el mantenimiento de la calidad ambiental. **(18)**

Seguidamente, se muestra un rápido análisis de la gestión ambiental en ALC en relación al manejo de residuos sólidos:

a) Institucionalización

En el presente decenio la mayoría de los países ha creado sus organismos nacionales encargados de trazar políticas, dirigir, reglamentar, controlar y promover las acciones referidas al ambiente. Los aspectos de manejo de los residuos sólidos con relación al ambiente sólo son tratados secundariamente o no son tratados en esos organismos. Los municipios no han priorizado los aspectos ambientales en la administración de residuos sólidos, por ejemplo dentro del proceso de selección de alternativas del sitio de disposición final.

b) Legislación ambiental

Algunos países como México y Brasil están avanzando en el establecimiento de disposiciones legales (leyes, reglamentos y normas) y procedimientos administrativos (manifiestos, permisos, licencias y registros), dirigidos a definir las condiciones y restricciones que se aplican al manejo de los residuos sólidos municipales, especiales y peligrosos y su impacto en el ambiente. Otros países tratan de cumplir con los compromisos adquiridos internacionalmente y están formulando los dispositivos legales correspondientes.

Pero la situación actual en la Región tiene aún grandes restricciones; no hay estimación de costos de recuperación ambiental debido al inadecuado manejo de residuos sólidos, la comunidad no participa activamente en el establecimiento ni implementación de la política

ambiental, pocos países realizan evaluaciones de impacto ambiental en los proyectos de relleno sanitario, y hay pocos programas de protección ambiental de las áreas costeras.

c) Cumplimiento de las regulaciones

El seguimiento, vigilancia, control y cumplimiento de las regulaciones y normas ambientales para el manejo adecuado de residuos sólidos municipales, especiales y peligrosos es deficiente. Los limitados recursos determinan que las acciones de los organismos responsables de la vigilancia y control sean aún deficientes. Por otra parte, no todas las infracciones constatadas se sancionan. Se ha identificado una debilidad en las autoridades competentes, ya que no pueden establecer una actuación eficiente sobre las malas técnicas de disposición final, tratamiento, almacenaje y recolección, tanto por fallas normativas como por los múltiples problemas financieros de los municipios.

d) Reducción de la generación

Las políticas de algunos países para reducir la generación de residuos sólidos municipales, especiales y peligrosos aún no han dado resultados. Los países de ALC, a diferencia de los países desarrollados, generan cantidades menores de residuos sólidos (0,5 a 1,2 kg/hab/día) debido al bajo ingreso per cápita y al consiguiente menor consumismo. Por esas mismas razones el consumidor de ALC recibe menos envolturas y envases que el de un país desarrollado.

La política promovida por algunos países de la Región con mayor desarrollo industrial para reducir la peligrosidad de los residuos en la fuente mediante procesos productivos más limpios es aún incipiente, pero es respaldada por los grupos ambientalistas y por la prensa. Entre los pocos proyectos de adopción de procesos más limpios de producción industrial se puede citar el programa PRONACOP, financiado por el BIRF en el Brasil.

En la mayoría de los países no se ha identificado programas nacionales de reducción de la generación de residuos ni de adopción de tecnologías limpias de producción, así como tampoco propuestas de rehabilitación de sitios contaminados. En términos generales, no se conoce el costo ambiental que ocasiona el inadecuado manejo de residuos sólidos.

e) Recuperación y reciclaje

Para alcanzar un desarrollo sostenible, además de disminuir la cantidad de residuos generados, se requiere incrementar la recuperación, reuso y reciclaje. En este sentido hay algún avance en los países de la Región.

Los mayores logros se dan en el campo social, constatándose el mejoramiento de las condiciones de vida de los segregadores en varias ciudades, quienes se organizan empresarialmente en precooperativas como en Colombia o en otras formas de asociaciones como en México y otros países. La asistencia técnica, y en menor grado financiera, de ONG y de los propios municipios ha sido eficaz. Si bien las cantidades recuperadas aún no pasan de 3% y 8% en peso del total de residuos generados (entre 10% y 30% del material que es posible recuperar), los ingresos de los segregadores se han incrementado debido a la mejor y más justa comercialización del material recuperado.

Otros logros han sido la instalación de plantas de recuperación, el impulso de la industria recicladora privada, la creación de Bolsas de Residuos para trueque y comercialización de desechos y la concientización y cooperación (aún lentas) de la colectividad para la separación de los residuos en los domicilios. Como ejemplo de Bolsas de Residuos se puede citar las de México y Brasil, y en este último los programas de CETESB, FEEMA y ABIQUIM.

f) Proyectos en ejecución

La mayoría de los países de la Región han realizado o están ejecutando proyectos dirigidos a prevenir, mitigar, corregir o compensar los posibles impactos negativos o a potencializar los impactos positivos del manejo de los residuos sólidos.

Algunos proyectos han sido exitosos, pero desafortunadamente otros sólo han sido experiencias de valor académico o técnico, que no se han mantenido ni han sido replicados debido a que no adoptaron mecanismos de planificación, jurídicos, institucionales, administrativos ni de autosostenibilidad financiera.

La compostificación también ha sido desafortunada porque los proyectos e inversiones no contaron con los estudios de factibilidad necesarios, dando como resultado que muchas plantas se cerraran y que incluso los equipos nunca se instalaran.

Peores resultados se han obtenido con los intentos de industrializar la basura, los que cíclicamente son promovidos por vendedores de equipo, y que por desconocimiento o falta de asesoría de las autoridades municipales, son causa de fracasos financieros.

En resumen, en los países de la Región para prevenir, mitigar o corregir los posibles impactos negativos al ambiente se tiene que mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales, especiales y peligrosos, y específicamente la disposición final y el tratamiento de estos.

e) Tratamiento, incineración y bioconversión

Debido a la falta de terrenos, su alto costo o por la cada vez más exigente legislación para la preservación del ambiente, muchos países desarrollados adoptaron la incineración y el compostaje de sus RSM como métodos de tratamiento, procesos que pueden llegar a ser parcialmente competitivos aún cuando utilicen una tecnología avanzada. Estos procesos tratan de aprovechar la basura o sus características, lo que **dió** origen a proyectos de incineración con aprovechamiento de energía, de bioconversión en cómpost, de producción de combustible auxiliar o RDF (refuse derived fuel) y de biogás de los rellenos sanitarios (en Santiago de Chile para uso residencial y en Río de Janeiro como combustible auxiliar para los vehículos de la COMLURB).

Estas tecnologías han sido adoptadas por varias ciudades de ALC con resultados casi siempre desalentadores, a excepción de algunos proyectos de recuperación de biogás, debido a que faltaron los análisis técnicos, institucionales y económicos para establecer la justificación y factibilidad de las inversiones. Actualmente, sólo en algunas ciudades de ALC y en circunstancias muy especiales se justificarían las tecnologías de incineración y compostaje, tratamientos que según informes de la OPS tienen costos hasta 20 veces más altos que el de los rellenos sanitarios.

Por lo expuesto, la incineración se circunscribe a pequeños incineradores para residuos especiales, principalmente en los hospitales, puertos, aeropuertos y en la industria, con la excepción de la ciudad de São Paulo cuyo municipio quedó encerrado por otros municipios del área metropolitana. El proyecto de incineración en São Paulo, Brasil, consiste en la instalación de dos plantas de incineración, compostaje y reciclaje, con capacidad de 2.500 toneladas por día, cada planta. Cada una de las plantas incinerará 1.250 toneladas por día o compostificará otras 1.250 toneladas diarias. El costo del proyecto asciende a \$ 600 millones que debe ser financiado por el sector privado.

Se dará una concesión por 20 años y la Municipalidad de São Paulo pagará \$ 70 por tonelada tratada durante los 3 primeros años y \$ 25 por tonelada a partir del cuarto año. Se licitó hace 2 años pero ha habido problemas con uno de los consorcios adjudicatarios, por lo que aún no se ha iniciado su ejecución. Por no cumplir con las normas de emisión, el incinerador municipal de la ciudad de México fue cerrado en 1992. Tampoco funciona el incinerador de la ciudad de Buenos Aires. Por no ser económicamente viable en Santiago de Chile se desestimó un intento de instalar un incinerador. Se ha informado que en Barbados, el gobierno tuvo que pagar el préstamo por un pequeño incinerador (una tonelada por día) que fue concedido a una firma privada.

No se conoce aún una empresa privada que haya invertido y esté operando por su cuenta un incinerador municipal grande en la Región. Por otra parte, los antiguos incineradores de los edificios de varias ciudades han sido prohibidos para controlar la contaminación atmosférica. Por el riesgo que representa la potencial emisión de dioxinas y furanos, entre otros contaminantes, hasta ahora no se ha autorizado la instalación de incineradores de baja capacidad en el Distrito Federal, Corregidora (Querétaro) y otras ciudades de México. Recientemente se viene ofreciendo a diversas municipalidades plantas de incineración con recuperación de energía, aunque no se ha verificado la factibilidad técnico económica de esas inversiones.

La producción de cómpost mediante procesos simplificados, como son el apilados, los biodigestores rotatorios y últimamente la lombricultura, se han ido abandonando también por sus costos y porque sus promotores prometieron a las autoridades municipales que

obtendrían utilidades, cuando se ha comprobado que el uso de alternativas ecológicamente más aceptables tiene un costo asociado. Se estima que en los últimos 20 años se ha comprado en la Región no menos de 30 plantas de cómpost de las cuales algunas nunca se llegaron a instalar, abandonándose la maquinaria; otras 15 han cerrado a los pocos años porque las municipalidades no continuaron la subvención.

La falta de estudios de factibilidad y el reducido mercado local para comercializar el producto fueron las principales causas del fracaso de estas instalaciones. Las municipalidades no podían seguir subsidiando los altos costos operacionales de las plantas, aunque ecológicamente eran aceptables, sobre todo si tenían alternativas menos costosas de disposición final.

Especial mención merece el programa de recuperación y uso del biogás producido en los rellenos sanitarios. Mensualmente, en la ciudad de Santiago de Chile se recupera un promedio de 4 millones de metros cúbicos de biogás con un poder calorífico superior a 5.000 kcal/m³. Este biogás es mezclado con gas de petróleo y distribuido a través de la red de tuberías de la ciudad para consumo doméstico y llega a cubrir 40% de la demanda total de este tipo de combustible. El precio de venta del biogás a la compañía de gas es de \$ 1,25 por millón de Kilocalorías. Similar uso se está realizando en la ciudad de Valparaíso.

En una encuesta realizada en Brasil se constató que había 41 plantas grandes o medianas de reciclaje y compostaje y 13 incineradores en operación.

Sobre plantas de cómpost en América Latina se dispone de poca información, pero se tiene conocimiento de lo siguiente:

- Acapulco, México Se compró una planta y nunca se instaló.
- Guadalajara, México 160 t/turno funcionó 15 años (cerrada).
- Monterrey, México 160 t/turno funcionó 15 años (cerrada).
- Villa Hermosa, México Inactiva.
- Oaxaca, México 80 t/turno. No se sabe si continúa funcionando.
- Toluca, México Inactiva.
- San Salvador, El Salvador Cerrada desde hace más de 25 años.

- Medellín, Colombia Nunca funcionó.
- Venezuela Se adquirió una planta y nunca funcionó.

Brasil se ha instalado plantas pequeñas cuyo funcionamiento no ha sido evaluado a mediano plazo. En São Paulo, Brasilia y Río de Janeiro funcionan plantas grandes. En Río de Janeiro se instalaron dos plantas con capacidad conjunta de 1.800 t/d y un costo total de \$ 40 millones que han tenido dificultades para arrancar. Según datos de un estudio del Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, IPT, en 1990 existían 57 instalaciones de compostaje con reciclaje incorporado; de ese total, 18 estaban operando, 15 en construcción y las 24 restantes estaban paradas o desactivadas.

Algunos proyectos demostrativos de bioconversión y recuperación de residuos sólidos, promovidos y auspiciados por ONG y operados por la comunidad han sido exitosos. Sin embargo, lo fueron como proyectos de valor académico y de proceso técnico, pero en raros casos la experiencia se ha mantenido en el tiempo y no se ha logrado replicarlos en forma masiva, pues carecían de mecanismos institucionales, administrativos y de autosostenibilidad económica y financiera.

Salvo el caso de ciudades contiguas a complejos agro-industriales, no es probable que el sector privado tenga interés en invertir y operar plantas compostificadoras a menos que se traten de pequeños proyectos industriales para un mercado local reducido de jardines y plantas caseras.

Se han reportado proyectos exitosos de lombricultura para producir humus en Colombia, Cuba, Perú y Brasil, pero son experiencias piloto que se ejecutan a muy pequeña escala y con una intensiva asesoría técnica y social.

También hay conocimiento de algunos proyectos demostrativos de procesos de digestión anaerobia de residuos que muestran su factibilidad técnica, pero no se han implementado porque no se ha demostrado su costo-efectividad.

f) Relleno sanitario

En 33 grandes ciudades, se observa que en cuanto a disposición final el 57% de esas ciudades la basura va a rellenos sanitarios y en 29% a rellenos semicontrolados. Las instalaciones restantes no cumplen con las normas sanitarias y ambientales mínimas y pueden ser clasificadas como basureros.

En Brasil, en una encuesta realizada a escala nacional, 88% de las ciudades tenían basureros a cielo abierto, 9% tenían relleno controlado y 3% tenían relleno sanitario u otro método adecuado de disposición final.

En Chile, la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios alcanza una cobertura de 83% a nivel nacional. Del total de 409 ciudades, 184 tienen rellenos sanitarios, por lo que se le considera líder en este tipo de disposición final en ALC.

El problema de los segregadores sigue vigente en casi todas las ciudades, lo que impide una operación segura y sanitaria del relleno. Hay que hacer una clara diferencia entre los segregadores del relleno y los de la ciudad. Cuando hay segregadores en los rellenos no es posible lograr un relleno verdaderamente sanitario. Todo intento de mediar entre las demandas sociales que permiten el reciclaje en el relleno y las reglas esenciales de operación, hace la diferencia entre un relleno a medias y un verdadero relleno sanitario.

En Chile también se han logrado avances sustanciales en ciudades menores de 20.000 habitantes, pues de las 342 localidades, 22% (69 localidades) tienen acceso a rellenos sanitarios, manuales o regionales mecanizados. La experiencia del Perú en la construcción y operación de rellenos sanitarios manuales a cargo de microempresas es positiva. Así, por ejemplo, en la ciudad de Cajamarca, que tiene 100,000 habitantes una micro-empresa está operando el relleno sanitario manual.

El empleo de rellenos sanitarios se ha incrementado en la Región en los últimos 10 años y todas las capitales y ciudades grandes de los países de América Latina y Trinidad y Tobago en el Caribe tienen rellenos sanitarios o los denominados rellenos controlados. Generalmente, en estos últimos se controla el ingreso de camiones recolectores pero no se pesa la carga; no se permite asentamientos de segregadores dentro del área del relleno, pero se permite la segregación ordenada de los residuos; se compacta los residuos y se cubren diariamente; no

se emplea materiales ni métodos de impermeabilización; en algunos se ventila el biogás; no se colecta ni trata el lixiviado; y la calidad de estos rellenos varía desde aquellos que tienen características cercanas a un relleno sanitario hasta otros que son casi un basurero a cielo abierto.

Ciudades como Belo Horizonte, Buenos Aires, Guayaquil, Medellín, Ciudad de México, Querétaro en México, Santiago, São Paulo y últimamente Lima cuentan con verdaderos rellenos sanitarios, varios de ellos inclusive usan membranas sintéticas para la impermeabilización.

Varios rellenos son operados por empresas privadas, como por ejemplo en Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Panamá y Perú. Por lo general el terreno es proporcionado por la municipalidad y los concesionarios los operan de acuerdo a las especificaciones técnicas dadas por la autoridad local y cobran a su vez a los municipios usuarios mediante factura por peso o volumen.

1.9 Evolución del análisis sectorial de los residuos sólidos en Cuba.

El manejo ecológicamente racional de los desechos sólidos y las aguas servidas ocupa un importante lugar en las responsabilidades de diferentes instituciones y centros de investigación estatales y órganos territoriales de Gobierno (Servicios Comunales). **(43)**

Se entienden como tal los desechos sólidos domésticos, comerciales e institucionales no peligrosos así como las basuras de las calles y escombros y los lodos de fosas sépticas.

La política seguida al respecto, está íntimamente relacionada con el mantenimiento de niveles aceptables de calidad de la vida de la población y se enmarca en la gestión ambiental racional que se lleva a cabo en el país sobre todo tipo de desechos.

Por otra parte su gestión, alcance e incidencias ambientales están vinculadas a distintas áreas, tales como: la protección de la calidad y el suministro de los recursos de aguas terrestres, la promoción de un desarrollo sostenible en los asentamientos humanos, y la protección y promoción de las condiciones de salud del hombre, por citar algunos de los más importantes.

En el país, el per cápita anual de desechos sólidos recolectados por habitante urbano se encuentra alrededor de 1,7 metros cúbicos, respondiendo a una recolección media de 13,3

millones de metros cúbicos. Para la disposición final de los desechos sólidos existen un total de 378 vertederos, de los cuales 25 disponen de relleno sanitario, ubicados en las capitales provinciales y en otras ciudades importantes.

Se comienzan a precisar las soluciones de proyecto para la recuperación de metano en algunos rellenos sanitarios en operación.

Se han obtenido importantes resultados en la recuperación, rehúso y reciclaje de determinados desechos industriales, tales como el papel, cartón, metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, aluminio, plásticos, neumáticos, aceites y grasas lubricantes y se continúa trabajando para aumentar sus tasas de recuperación.

El número total de plantas de tratamiento de residuales existentes en nuestros principales núcleos urbano-industriales no es suficiente para lograr el saneamiento adecuado de las principales redes fluviales a ellos asociados, utilizándose estas como cuerpo receptor final de residuales parcialmente tratados o crudos.

En los últimos seis años en Cuba el sector de los residuos sólidos ha experimentado una evolución creciente en diferentes niveles como son:

1. nivel institucional.
2. nivel legal.
3. nivel técnico.
4. nivel económico- financiero.
5. nivel ambiental.
6. nivel de salud.
7. nivel social cultural.

- Inversiones:

En general se han desarrollado inversiones en el período por más de 15 millones de dólares y de 20 millones de pesos en moneda nacional, por la adquisición de nuevo equipamiento, construcción y puesta en marcha de más de 370 rellenos sanitarios nacionales, la adquisición de medios individuales de protección, estudios de impacto ambiental, atención médica y las actividades socio-culturales.

El desarrollo del Análisis Sectorial de Residuos Sólidos para Cuba devino en trascendental paso para el desarrollo del Sector de Residuos Sólidos del país ejemplo de esto son los

logros alcanzados en diferentes provincias de nuestro país y que mencionaremos a continuación.

1- En la provincia de Pinar del Río se encuentran inventariados los principales problemas que caracterizan la situación ambiental, según su incidencia en el desarrollo económico y social, actual y prospectivo. Se han diseñado acciones en la Estrategia Ambiental Provincial de manera de ir solucionando los efectos de estos problemas. No obstante hay un grupo de instituciones que aún siguen impactando al medio ambiente y no tienen claridad de cuanto en este impacto, el trabajo que requiere para recuperarse y la cantidad de recurso que es necesario invertir para revertir el proceso. Recientemente se efectuó el 1er Taller Provincial de La Cuenca del Cuyagüateje, y se evaluó a profundidad los principales problemas ambientales de esta cuenca y el trabajo que se realiza por los diferentes factores implicados para resolverlos ya que existen en ella focos contaminantes que pertenecen al inventario nacional y otro grupo de dificultades ambientales. En los análisis efectuados se concluyó que el principal problema ambiental de la zona es la falta de educación ambiental de los cuadros trabajadores y población de las comunidades que le permitan tener una adecuada percepción de cómo enfrentar esta situación. Profundizando en el tema nos percatamos que en ninguno de estos centros que provocan los focos contaminantes existe un programa de Educación Ambiental integral que evalúe la situación y prepare al personal para enfrentarlo. Por estas razones es que surgió la idea del Proyecto de Educación Ambiental en el Sector Empresarial y Productivo (PEASEP), que propone de manera ordenada y sistemática ir introduciendo la Dimensión Ambiental en este sector tan importante.

La Empresa Provincial de Transporte Agropecuario es un ejemplo donde ya comienza a dar frutos, estos proyectos arrojan una serie de beneficios como: Diagnóstico, caracterización y capacitación ambiental a los miembros del Consejo de Dirección, Diagnóstico de los principales problemas ambientales de la empresa, base y comunidades del entorno, contratación de especialistas para ejecutar obras de tratamiento de residuales sólidos y líquidos, compra de comprobadores de bombas de inyección, identificación del presupuesto para el medio ambiente, adquisición de 13 remolques, elaboración del Programa de Educación Ambiental y compra de 10 computadoras para mejorar la información.

2. En la provincia de Santi Spíritus con la participación de especialistas de todo el país, se desarrolló el IV Taller Nacional Sobre Protección del Medio Ambiente, en el cual se debatieron 22 ponencias que reflejan la aplicación práctica de proyectos y estudios llevados a cabo en diversas empresas azucareras y fábricas de derivados del sector.

En el encuentro se conoció la factibilidad de beneficiar miles de hectáreas en el país con los residuales de la Industria Azucarera al emplearlos en la producción sostenible de la caña de azúcar, como vía eficiente y económica para preservar el medio ambiente, aspecto recogido en varios de los documentos expuestos a la valoración colectiva.

Otro tópico abordado fue la incidencia de las inspecciones ambientales a las fábricas de azúcar en la provincia de Matanzas, conocimiento que se generaliza en las entidades de toda la nación. (43)

Dos experiencias del territorio sede se expusieron al plenario también, una de ellas relacionada con los beneficios y efectos económicos de compuestos orgánicos (compost), residuales de los centros de acopio que le extraen la paja y demás impurezas a la caña para que no entren a la industria, empleados ahora como fertilizantes ecológicos en la producción de hortalizas y vegetales por el Sistema de la Agricultura Urbana y huertos intensivos que actualmente desarrollan los Ministerios del Azúcar y de la Agricultura, respectivamente.

Ulises Rosales del Toro, ministro del Azúcar, al resumir la sesión final del evento, destacó los esfuerzos que realiza ese organismo de la Administración Central del Estado con miras a evitar la contaminación del medio ambiente, pues las industrias azucareras en casi su totalidad fueron montadas en décadas anteriores por empresas privadas nacionales y norteamericanas, sin prever en sus proyectos ejecutivos la solución a los residuales que a lo largo de decenas de años han contaminado las aguas de muchos ríos y embalses en la isla.

3. Se celebró el IV Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo y el IV Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental en la Habana en junio del 2002, con un intercambio fructífero entre especialistas de 21 países. Gisela Alonso, presidenta de la Agencia de Medio Ambiente del CITMA, señaló que entre las conclusiones del Congreso estuvo el continuar potenciando el uso de las redes nacionales y regionales para el trabajo de la Educación Ambiental, a partir de medidas que apunten a su función habilidad y

utilidad. Potenciar el empleo de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, así como fomentar el intercambio de proyectos de formación que correspondan a nuestros contextos de actuación fueron otros de los objetivos trazados en esa cita. **(43)**

4. En la provincia de Santiago de Cuba se desarrollo un trabajo con el propósito de determinar los principales efectos del impacto humano, derivados de actividades tradicionales tales como la ganadería y la selvicultura , así como del turismo, diseñar y ensayar un programa de capacitación comunitaria para la gestión, recuperación y conservación de los recursos sometidos al impacto humano específicamente en la zona de Sigua – Baconao que se encuentra ubicada en la zona del litoral de la Reserva de la Biosfera, en la vertiente sur de la Gran Piedra, a 21 km. de la Ciudad de Santiago de Cuba. San Enrique (El Sapo) forma parte del Consejo Popular Siboney. Se encuentra en el Km ½ de la carretera a la Gran Piedra. Este trabajo ha permitido iniciar un proceso de sensibilización y concienciación sobre la problemática medioambiental, en la medida en que los involucrados en el Proyecto han comenzado a ejecutar acciones generadas por ellos mismos, comienzan a convertirse en multiplicadores de la experiencia, logrando demostrar la existencia de un conocimiento local y un alto nivel de creatividad dentro de la comunidad. **(51)**

5. En la provincia de Matanzas en el municipio de Cárdenas específicamente la acumulación de basuras domésticas en las calles y en áreas periféricas, ha llegado a constituir un acuciante problema que es agravado por las condiciones climáticas de la zona, debido al calor, al alto grado de humedad y a las lluvias, produciéndose un alto grado de contaminación, tanto del aire como de las aguas, colocando a sus habitantes en riesgo permanente de epidemias. SODEPAZ viene colaborando con el Municipio de Cárdenas y el Centro Cristiano de Reflexión y diálogo en la ejecución de un programa integral de tratamiento de residuos que incluye la dotación de camiones y contenedores para la recogida (ya ejecutado), la construcción de un centro de tratamiento de residuos que incluye una planta de producción de compost y la construcción de una nave para mantenimiento de vehículos y equipamientos.

Además se encuentra en fase de obtención de financiación un proyecto piloto con varios municipios de la Ciudad de La Habana, para implantar un sistema de recogida selectivo de residuos. **(33)**

En Cárdenas la ejecución avanzada en que se encuentra la 1ª Fase, hace muy importante la posibilidad de poder acometer la 2ª Fase para poder así completar la operatividad y por tanto la eficacia de este proyecto. Esta ciudad está siendo sometida a un fuerte desarrollo demográfico debido a la proximidad del importante foco turístico de Varadero, por lo que se supone que en los próximos años su población aumente por encima de la media. De forma paralela, teniendo en cuenta la gran importancia que tiene este proyecto desde el punto de vista social y urbano, se han mantenido contactos con los municipios próximos, en el sentido de que en caso de ser aceptado este proyecto, se buscarían acuerdos con dichos municipios para el uso compartido del vertedero. De esta forma este proyecto tendría una proyección muy superior, beneficiándose de él un colectivo mayor. **(37)**

6. En la provincia de Guantánamo un insalubre vertedero de desechos humanos ha sido transformando en un modelo de agricultura ecológica, en este lugar el cual constituía en el 2000 un problema para la sociedad en estos momentos crecen frondosos todo tipo de plantas, en dicho lugar se implanto una técnica de tratamiento mediante compostaje dando resultados excelentes, además de que se practica el reciclaje y también la lombricultura. El abono obtenido en dicho lugar ha sido investigado por sanidad vegetal y los resultados obtenidos han sido satisfactorios. **(33)**

7- La provincia de Villa Clara cuenta actualmente con 93 sitios de disposición final de ellos 3 son convencionales ubicados en los municipios de Sagua, Placetas y Santa Clara este último es mecanizado debido a los elevados volúmenes de residuos que trata. Los más antiguos son los del municipio de Quemado y de Ranchuelos que datan del año 1999, los mismos son de referencia nacional e internacional y han sido visitados por instituciones internacionales como la OPS. En el año 2003 compañeros de la dirección provincial de servicios comunales viajaron a Haití donde pusieron en práctica las experiencias logradas en estos municipios obteniéndose magníficos resultados. El compost que se produce en los rellenos de Santa Clara y Quemado es ampliamente comercializado y actualmente se realizan estudios en los restantes para ser utilizados en la agricultura urbana. Otro de los avances de esta provincia es que 731 300 habitantes cuenta con servicio de recogida de estos 611 800 pertenecen al sector urbano y el resto a la rural. Actualmente en la provincia se generan 1 275 000 m³/año de los cuales 1 045 000 m³/año reciben tratamiento sanitario. **(2) (64) (65)**

En la Ciudad Universitaria Abel Santamaría se presentan una serie de dificultades con el manejo de los residuos sólidos, las mismas son extremadamente significativa motivo por el cual se están desempeñando una serie de actividades con objetivo de mejorar esta situación. Ejemplo de esto es el proyecto “Educación Ambiental y Tecnologías Limpias” con financiamiento Belga, en ejecución en estos momento abarcando todas las áreas de la UCLV entre las cuales la facultad de Química - Farmacia es uno de los ejecutantes más implicados en este proyecto. En el mismo se están acometiendo una serie de tareas entre las cuales se encuentran:

- 1- Rehabilitación del Jardín Botánico.
- 2- Gestión ambiental de la UCLV

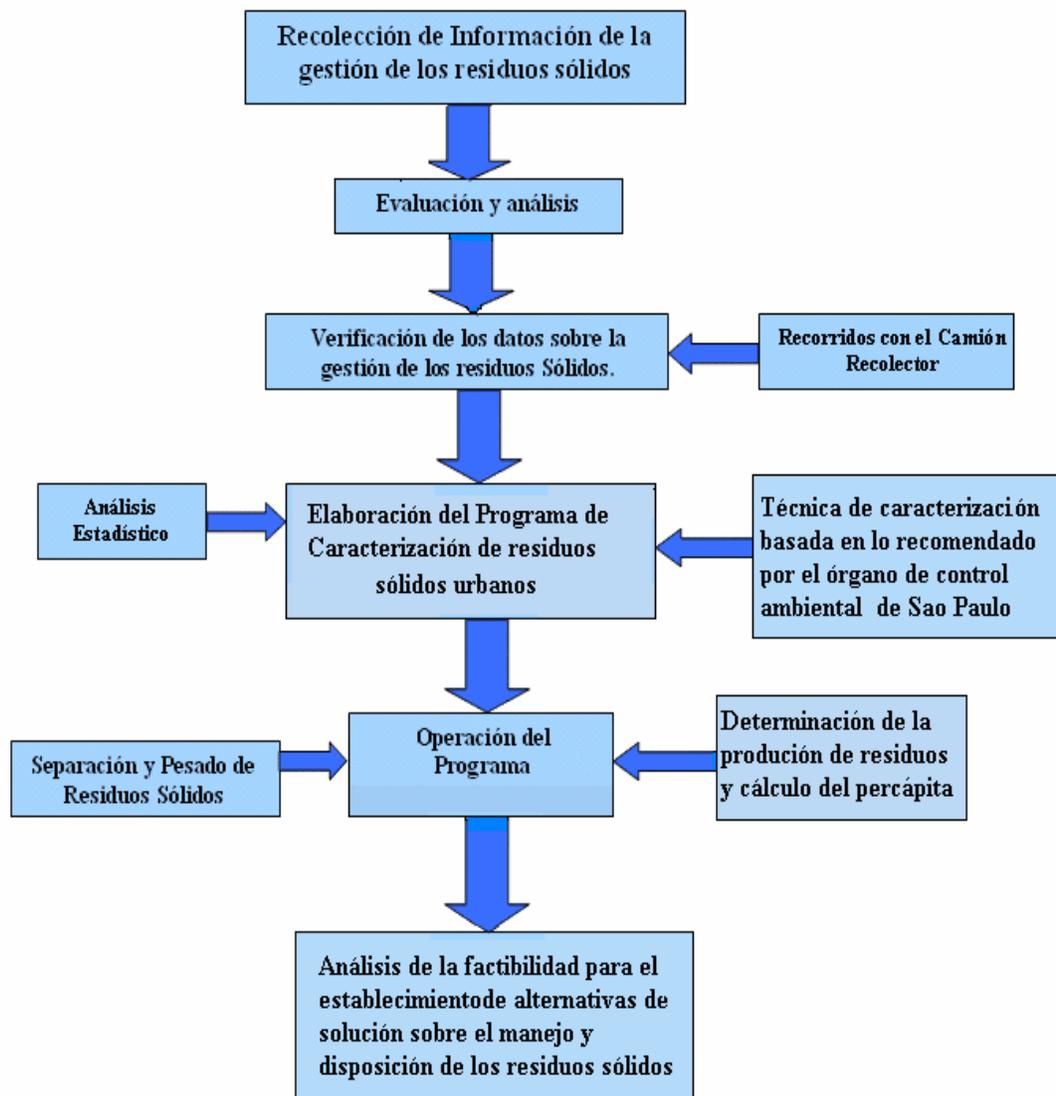
En la facultad de Mecánica en la UCLV se esta desarrollando con resultados satisfactorios un trabajo de reciclaje con las escorias producidas en el proceso de soldadura y en la

facultad de Ciencias Agropecuaria se han realizado experiencias en la elaboración de compost a partir de desechos orgánicos con buenos resultados pero presentando problemas con el suministro constante de agua e inexistencia de un mercado seguro. En el municipio de Santa Clara en estos momento se esta llevando a cabo una ardua labor para desarrollar el saneamiento del río Cubanicay.

2. Materiales y Métodos.

Este estudio tuvo como objetivo principal generar información para mejorar el manejo y la gestión de los residuos sólidos de la Ciudad Universitaria Abel Santamaría tales como los sistemas de recolección, transporte y disposición final de la misma.

2.1 Metodología general.



2.2 Metodología de trabajo:

1. Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos.
2. Localización de los focos contaminantes por residuos sólidos.
3. Determinación de la densidad de los residuos sólidos.
4. Cálculo de la generación de residuos y de la producción per cápita.
5. Caracterización físico – químico de los residuos.

2.2.1 Diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos.

El diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos se realizó en dos etapas, una durante el período 2003-2004 y la otra en el período 2004-2005.

- Primera etapa:

El diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos en la UCLV en esta primera etapa se realizó tomando en consideración principalmente los criterios dados por la Dirección de Servicios Generales, entidad encargada del manejo de los RSU en la UCLV, por criterios emitidos por miembros de la comunidad universitaria en conferencias participativas impartidas por integrantes del grupo de medio ambiente en diferentes áreas y por la aplicación de encuestas.

- Segunda etapa:

En esta segunda etapa se actualizó el diagnóstico sobre la gestión de los residuos sólidos en la UCLV partiendo de la información obtenida en la primera etapa además de tomar en consideración los criterios dados por la Dirección de Servicios Generales, y por miembros de la comunidad universitaria obtenidos en este período, dando mayor seguimiento a los centros de investigación y áreas no docentes.

2.2.2 Localización de los focos contaminantes por residuos sólidos.

Se realizó un recorrido de inspección por todas las áreas de la ciudad universitaria donde fueron localizados los focos contaminantes por residuos sólidos durante el mismo período en que se realizó el diagnóstico. Este se efectuó en dos ocasiones durante tres meses (Marzo, Abril y Mayo del 2005)

2.2.3 Determinación de la densidad de los residuos sólidos.

Para la determinación de la densidad de los residuos sólidos se procedió de la siguiente manera:

- Se preparó un recipiente de alrededor de 30 litros para que sirva como depósito estándar a fin de definir el volumen que ocupará el residuo; así mismo, se preparó una balanza de pie.
- Se pesó el recipiente vacío (W_1) y se determinó su volumen (V). Los datos del depósito tomados en cuenta son la altura (h), largo (L) y ancho (A). El volumen de ese recipiente es:

$$\text{Volumen (V)} = L \cdot A \cdot h$$

- Se depositó sin hacer presión el residuo que fue utilizado en el cuarteo en el recipiente y se movió de tal manera que se llenen los espacios vacíos en dicho recipiente. Para no hacer cálculos adicionales, es conveniente que el recipiente se encuentre lleno de residuos.
- Se pesó el recipiente lleno (W_2) y por diferencia se obtuvo el peso de la basura (W).
- Dividiendo el peso de la basura (W) entre el volumen del recipiente (V) se obtuvo la densidad de la basura.

$$\text{densidad aparente (Kg/m}^3\text{)} = \frac{W}{V} = \frac{\text{peso de la muestra en (Kg)}}{\text{volumen de la muestra en (m}^3\text{)}}$$

2.2.4 Determinación del total diario de residuos sólidos y de la generación per cápita.

Para la determinación de la producción o generación de residuos en la UCLV se realizó un control diario de los residuos que llegan al vertedero durante dos semanas de los meses de Marzo, Abril y Mayo. Para el mismo se utilizó el total de residuos recolectados por día de muestreo. Determinándose la cantidad de residuos generados para cada día.

$$(Wv)_i = V \cdot c \cdot \rho$$

Donde:

Wv- peso de los residuos contenidos en el vehículo en cada viaje

V- volumen del vehículo

c- capacidad de llenado del vehículo

ρ - densidad

Determinándose posteriormente el peso total de los residuos generados

$$(Wt) = \sum (Wv)_i$$

Donde:

Wt- cantidad total de residuos generados por día.

Para el cálculo de la tasa de generación por habitante se divide el peso total de los residuos generados por día (Wt) entre el número total de personas (Nt) para obtener la generación per cápita diaria (kg/hab./día).

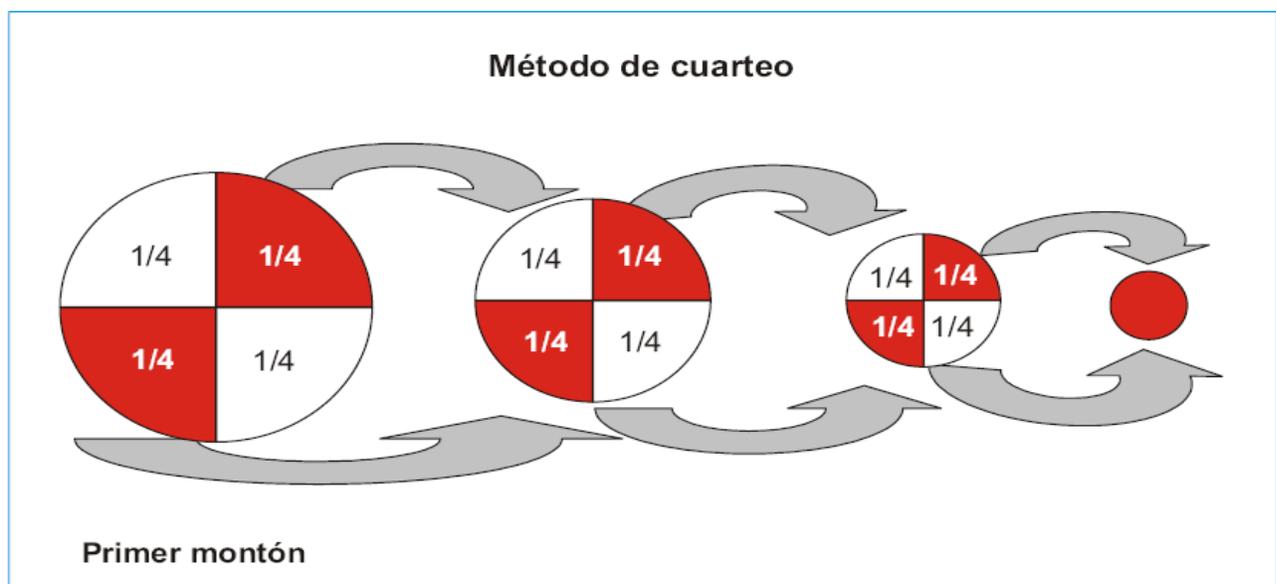
2.2.5. Caracterización de los residuos sólidos generados.

La fase inicial de la caracterización de los residuos sólidos domiciliarios debe ser el estudio de las condiciones de la zona, con miras a dar con la tecnología adecuada que se deba aplicar. Debe definirse muy bien el objetivo de la caracterización, pues para cada necesidad varían los tipos de análisis que se deben realizar y, por consiguiente, la metodología de muestreo.

2.2.5.1 Muestreo y preparación de la muestra.

El objetivo del muestreo es la obtención de una muestra representativa, o sea, la toma de una porción del residuo a ser estudiado que, cuando sea analizado, presente las mismas características y propiedades de su masa total. Para ello se seleccionó como itinerario del recorrido todos los puntos de recolección dentro del área universitaria, recogiendo el 50% de los residuos que se generan por área. Procediéndose posteriormente al cuarteo de la muestra.

El cuarteamiento es un proceso de mezcla, por medio del cual una muestra bruta se divide en cuatro partes iguales (o cuartos), tomándose dos partes opuestas entre sí para constituir una nueva muestra, y quedan descartadas las dos partes restantes. Las partes no descartadas se mezclan totalmente, y el proceso de cuarteamiento se repite hasta que se obtenga el volumen deseado, cuidando siempre de tomar los cuartos en posición opuesta a los tomados anteriormente.



Conviene recordar que para la ejecución de las actividades descritas en este punto, será necesaria la utilización de los implementos que a continuación se indican:

- Materiales de seguridad: cascos, lentes, guantes, botas y máscaras para la protección de los trabajadores.

- Lonas para el aislamiento (superior e inferior) de los residuos, a fin de evitar pérdida de material y la contaminación de las muestras.
- Escardillos, picos, martillos, mazos, palas, rastrillos, etc., necesarios para romper los contenedores, separar, revolver el material y amontonarlo.
- Mesas de madera: base para recortar y desmenuzar los residuos.
- Machetes, martillos, tijeras y espátulas; para cortar y desmenuzar los residuos.
- Bolsas plásticas para acondicionar y transportar las muestras.
- Balanzas con capacidad de 20 a 200 kg.
- Tambores y palas, para la recolección de muestras.

2.2.5.2 Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de composición química y de los parámetros físico químicos.

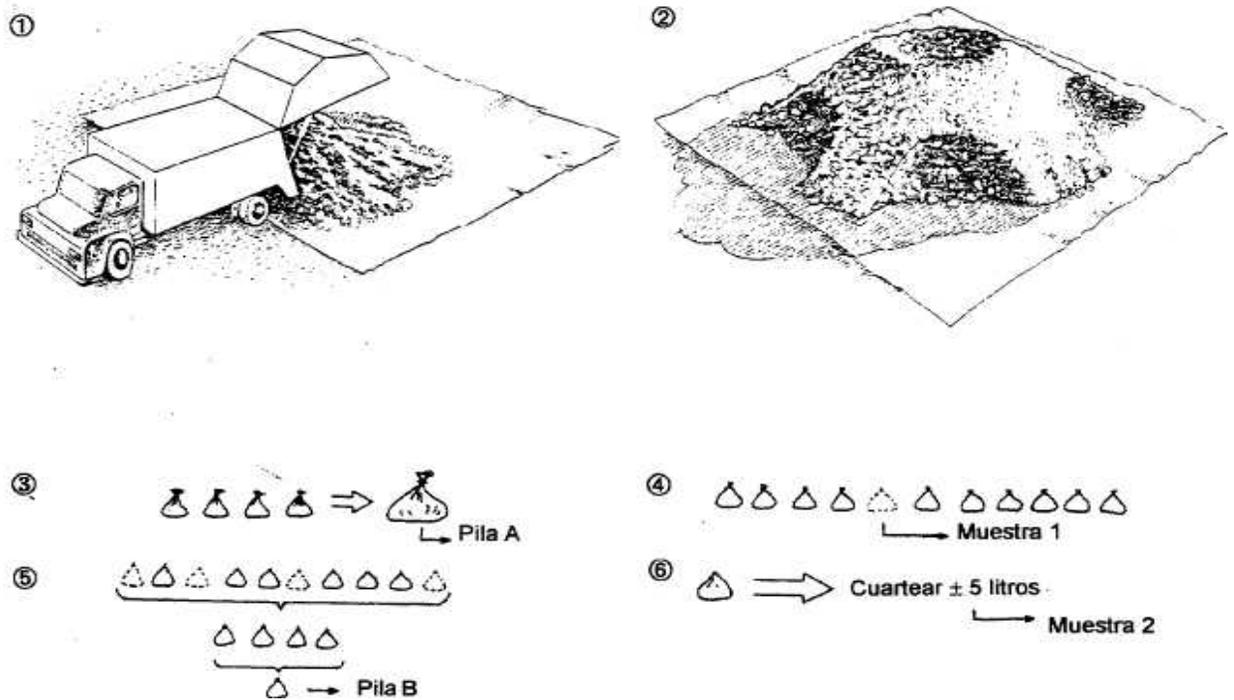
- 1) Descargar el camión o los camiones en el sitio previamente escogido sobre patio pavimentado o lona plástica.
- 2) Tomar, en el montón resultante de la descarga, cuatro muestras de 100 litros cada una (utilizar tambores), tres en los laterales de la base, y una en la punta. Antes de la recolección, proceder a la ruptura de los contenedores (bolsas plásticas) y homogeneizar al máximo posible. En este paso todavía mantener los materiales cilíndricos (latas, botellas, frascos, etc.). En caso de que la cantidad inicial de los residuos sólidos sea pequeña (menos de 1,5 t), se recomienda que todo el material se utilice como muestra.
- 3) Hacer el «montón A» con el material muestreado, mezclado y homogeneizado al máximo posible.
- 4) Formar once montones secundarios, tomando porciones de los puntos más variados posibles del montón A. Rápidamente desmenuzar los residuos de un montón seleccionado

al azar (al abrigo del sol, la lluvia y la temperatura excesiva), apartando los materiales rígidos (piedras, vidrio, latas, etc.). Luego de homogeneizar, tomar y acondicionar una porción como Muestra 1 (aprox. 5 L) en una bolsa plástica. Cerrar herméticamente, identificar y enviar para el análisis de humedad.

5) Al mismo tiempo, seleccionar de entre los diez montones restantes, cuatro representativos del residuo recolectado (aproximadamente 150 L). Proceder por separado para cada montón: apartar los materiales rígidos y, en seguida, desmenuzar los residuos hasta volverlos partículas con un diámetro máximo de 2 cm. Finalmente formar el montón B, reuniendo los residuos desmenuzados. Homogeneizar.

6) Cuartear el montón B obtenido en el punto 5 hasta que se obtengan 5 L, formando la Muestra 2, que deberá ser envasada, identificada y enviada para el análisis de su composición química y la determinación de los parámetros físico-químicos, determinándose el contenido de nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio y otros metales en los laboratorios especializados del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP).

FIGURA 1 Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de composición química y de los parámetros físico químicos.



2.2.5.3 Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de composición física.

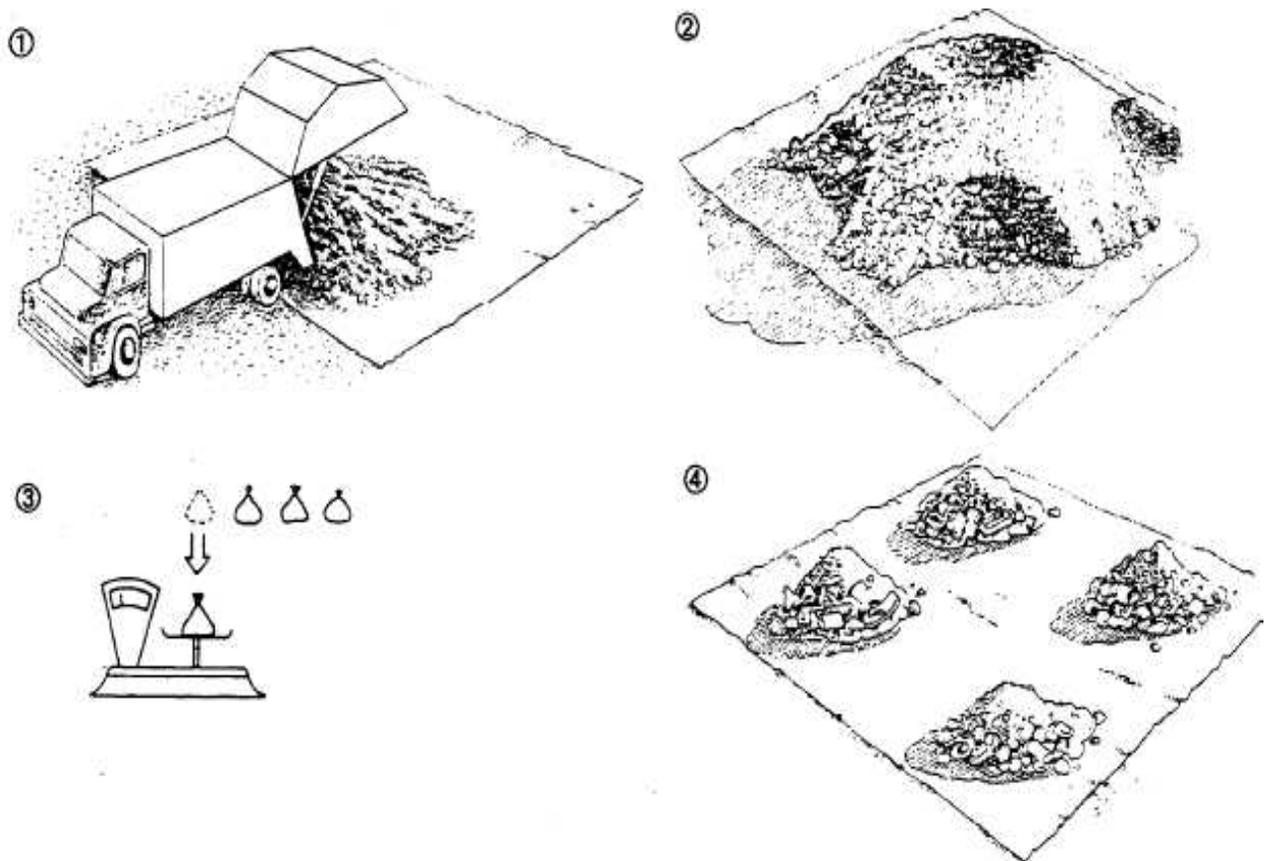
1) Descargar el camión o los camiones en el sitio previamente escogido sobre patio pavimentado o lona plástica.

2) Tomar, en el montón resultante de la descarga, cuatro muestras de 100 L cada una (utilizar tambores), tres en los laterales de la base y una en la punta. Antes de la recolección, proceder a la ruptura de los contenedores (bolsas plásticas), y homogeneizar al máximo posible. En este paso todavía mantener los materiales cilíndricos (latas, botellas, frascos etc.). En caso de que la cantidad inicial de los residuos sólidos sea pequeña (menos de 1,5 t), se recomienda que todo el material sea utilizado como muestra.

3) Pesar de a una las cuatro muestras.

4) Verter los residuos sobre una lona. Ese material constituye la Muestra 3, que se utilizará para los análisis de la composición física de los residuos.

FIGURA 2 Procedimiento para la toma de muestras para el análisis de composición física.



2.2.6 Determinación de la composición física de los residuos sólidos.

La composición física de los residuos sólidos se obtuvo mediante el análisis de la Muestra 3, a través de la clasificación de la muestra, separándose los materiales componentes según lo que se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1		
Planilla para la determinación de la composición física de los residuos sólidos		
Componentes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Caucho (goma)		
Cuero		
Madera		
Materia orgánica		
Metales ferrosos		
Metales no-ferrosos		
Papel		
Cartón		
Plástico duro		
Plástico blando		
Trapos		
Vidrio		
Otros materiales		

Luego de la separación, se pesa cada componente obtenido y se calculan los porcentajes individuales.

Por ejemplo:

$$\text{papel (\%)} = \frac{\text{peso de la fracion papel (Kg)}}{\text{peso total de la muestra humeda (Kg)}} * 100$$

Con la finalidad de fundamentar las conclusiones y adecuaciones necesarias para el establecimiento de alternativas de solución sobre el manejo y eliminación de los residuos se agruparon los diferentes componentes en putrescibles, reciclables y combustibles.

CUADRO 2			
Componentes putrescibles, reciclables y combustibles de los residuos sólidos.			
Componentes	Putrescible	Reciclable	Combustible
Caucho (goma)			
Cuero			
Madera			
Materia orgánica			
Metales ferrosos			
Metales no-ferrosos			
Papel			
Cartón			
Plástico duro			
Plástico flexible			
Plástico blando			
Trapos			
Vidrio			
Otros materiales			

3. Diagnóstico sobre la gestión de los RSU en la UCLV.

Con este capítulo pretendemos proporcionar información sobre la problemática actual que presentan los residuos sólidos en la ciudad universitaria Abel Santa Maria, así como describir la gestión de los mismos, entendiéndose por gestión el proceso de manipulación, recolección, transporte, tratamiento y eliminación. A su vez se introducen aspectos relacionados con la producción de residuos, caracterización y principales problemas que originan al medio ambiente. Debemos aclarar que este diagnóstico se comenzó a realizar en marzo del 2004 por lo que el presente capítulo es una recopilación de la información obtenida en ese periodo y la correspondiente al actual.

Atendiendo a la definición general de residuos sólidos los residuos de la Ciudad Universitaria Abel Santa Maria se pueden definir como:

- Residuos Sólidos Urbanos en núcleos urbanos que abarcan las siguientes actividades:
 1. Domiciliarios: Residuos procedentes de viviendas. En la siguiente tabla se relacionan los lugares donde se generan este tipo de residuos en la ciudad universitaria.

Tabla 3.1 Residuos domiciliarios

	Procedencia
Nº	Residencias
1R	U-1- A y B
2R	U-2- A y B
3R	U-3- A y B
4R	U-5
5R	U-9
6R	U-10
7R	U-11
8R	900- A- B Y C
9R	C-1
10R	C-3- A
11R	C-3- B
12R	C-4

13R	C-5
14R	Casas de vivienda de las Antillas

2. Comerciales y de servicio: Residuos procedentes de actividades comerciales e industriales asimilables a los domiciliarios, haciéndose en la siguiente tabla un resumen de los lugares donde se generan este tipo de residuos,

Tabla 3.2 Residuos comerciales y de servicio.

	Procedencia
Nº	Facultades
1F	Mecánica
2F	Eléctrica
3F	Química- farmacia
4F	Ciencias empresariales
5F	Construcciones
6F	Matemática – Computación
7F	Ciencias Agropecuarias
8F	Derecho
9F	Psicología
10F	Humanidades
11F	Ciencias sociales
	Centros de investigación
12F	Centro de Bioactivos Químicos (CBQ producción)
13F	Centro de Bioactivos Químicos (CBQ análisis químicos)
14F	Centro de Bioactivos Químicos (CBQ

	análisis biológico)
15F	Centro de química aplicada. (CEQA)
16F	Instituto de biotecnología de las plantas (IBP)
17F	Centro de investigaciones de agropecuaria. (CIAP)
	Hoteles
18H	Hotel Universo y los Sauces
19H	Casa de visita de la universidad
20H	Merendero La Universitaria(Q-F-U-11)
	Comedores
21C	Comedor de agropecuaria (estudiantes y profesores)
22C	Comedores de deportistas
23C	Comedor central
	Otros
24°	Vaquería
25°	Pollera
26°	Planta piloto
27°	Bibliotecas
28°	Soldadura
29°	Fundición
30°	Edificio Administrativo (U-4)

3. Residuos Sanitarios: Derivados de actividades hospitalarias, clínicas, ambulatorias y laboratorios de análisis clínico.

Tabla 3.3 Residuos sanitarios

Nº	Procedencia
1RS	Policlínico
2RS	Áreas de consultas
3RS	Laboratorios de análisis clínico
4RS	Servicios estomatológicos
5RS	Farmacia

4. Residuos procedentes de la limpieza de áreas urbanas, zonas verdes y recreativas.

Tabla 3.4 Residuos procedente de la limpieza de áreas urbanas, zonas verdes y recreativas.

Nº	Procedencia
1Z	Barrido de las calles
2Z	Áreas verdes
	Instalaciones deportivas
3Z	Ceder
3Z	Piscina

5. Residuos de construcción y demolición: Estos residuos son procedentes de obras menores. En la ciudad universitaria es escasa la presencia de estos residuos. En el recorrido realizado por las áreas de la UCLV se encontró este tipo de residuos en el edificio C-2, que se encuentra en construcción actualmente y al lado de la tintorería se encuentran restos de una construcción que fue demolida.

• ***Producción o generación de residuos sólidos urbanos.***

La producción de residuos sólidos domésticos es una variable que depende básicamente del tamaño de la población y de sus características socioeconómicas influyendo

marcadamente el nivel de vida de la población, la época del año, el día de la semana y las características del lugar.

El nivel de vida de la población en la universidad es un nivel medio, la población está conformada por profesionales, técnicos, estudiantes y obreros donde la labor fundamental que se lleva a cabo es el proceso docente educativo para la formación de jóvenes integrales.

La cantidad y calidad de los residuos sólidos varían en forma significativa a través del año. En Cuba generalmente la época de lluvia oscila entre los meses de marzo a septiembre aunque es bueno señalar que este año no se ha comportado de esta manera, por lo general el clima se mantiene bastante cálido durante todo el año y a diferencia de cualquier otro lugar, en los meses de vacaciones (julio-agosto) disminuye considerablemente la cantidad de sólidos que se generan producto a la disminución de la población, conformada mayoritariamente por estudiantes que cesan las actividades docentes, en este período. Los desechos que proceden de las residencias, centros comerciales, centros investigativos, comedores y facultades disminuyen pero aumenta los residuos procedentes de las áreas verdes ya que son los estudiantes la fuerza de trabajo fundamental que se dedica a su recolección y por no contar la universidad con el personal necesario para desarrollar esta labor en dicho período.

Una variable necesaria para tomar cualquier decisión relacionada con los residuos sólidos es la llamada producción per cápita (PPC), este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg./hab/día).

La producción per cápita de residuos sólidos en la UCLV en estos momentos es aproximadamente de 0.40kg/hab./día lo cual se corresponde con lo planteado en la literatura **(42)** para ciudades con una población menor de 20 000 habitantes, también es posible realizar la estimación aproximada de este parámetro realizando comparaciones con comunidades de situación similar de la cual se disponga información fidedigna. Atendiendo a esto la producción per cápita de la UCLV puede estimarse como 0.55kg/hab./día.

- ***Gestión de los residuos sólidos urbanos***

- ***Organización del servicio***

En la ciudad Universitaria Abel Santa Maria, el organismo responsabilizado con la gestión de los residuos sólidos urbanos es la dirección de servicios generales de la Universidad, la cual se encarga de la recolección de los residuos sólidos procedentes de todos los locales de la misma y centros de investigación, así como de la limpieza de vías y áreas publicas y todas las acciones que incluyen la gestión de los residuos sólidos.

- ***Extensión de los servicios***

El total de la población universitaria es de 8000 habitantes de ellos 3276 son estudiantes del curso regular diurno de los cuales una parte se encuentran becados y el resto son externos. La población universitaria también esta compuesta por estudiantes del curso dirigido, personal docente y trabajadores de servicio. También contamos con los pobladores de las casas de viviendas en la Antillas, recibiendo el servicio el 100% de la población.

- ***Zonificación***

El manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad universitaria se divide en dos zonas. Estas zonas están comprendidas por:

Tabla 3.5 Zonificación

Zona 1	Zona 2 (Antillas)
Residencias (U1, U2, U3, U5, U9, U10, U11, 900)	Residencias(C1, C3, C4, C5)
Facultades(otras)	Facultad (agropecuaria)
Hotel(Universo)	Biblioteca (agropecuaria)
Merenderos	Imprenta
Comedores(central, profesores)	Comedor(agropecuaria)

Avenidas	Centro de Investigaciones
Rectorado	Hotel (los Sauces)
Policlínico	Avenidas
Planta piloto José Martí	Casas de familias
Biblioteca(Central)	
Guarapera	

➤ *Manipulación*

La manipulación presenta serios problemas tanto a la hora de recoger los desechos en los centros donde se producen, como a la hora de ser recogidos por el vehículo recolector. Entre las dificultades encontradas tenemos la falta de implementos de seguridad tales como guantes, tapabocas, palas y batas o delantales y la falta de información acerca de cómo debe realizarse la manipulación de algunos desechos. En las encuestas realizadas en el periodo 2004 reflejaron que el 61% de los encuestados platearon que la manipulación es buena y/o excelente, lo cual entra en con tradición con lo reflejado en la infección realizada en el actual periodo la se detectaron grandes problemas en este aspecto.

➤ *Sistema de recogida y almacenamiento:*

La recogida esta referida a los siguientes servicio:

1. Recogida de residuos domiciliarios y asimilables, procedentes de las dos zonas a las que se ha estado haciendo referencia, que incluyen viviendas y áreas comerciales y de servicio.
- 2- Recogida de residuos especiales: se refiere a los procedentes del policlínico que son altamente peligroso pues pueden estar contaminados con agentes infecciosos. La recolección de este tipo de residuos en la ciudad universitaria no se realiza adecuadamente pues son almacenados y recogidos mezclados con todos los restantes desechos. Para el almacenamiento y la recolección de los mismos deben ser presentados en forma separada y en bolsas cerradas de polietileno (color especial), evitando en lo

posible el derrame de su contenido y el contacto por parte del personal de recolección, así estén provistos de guantes y ropa adecuada.

3- Recogida de residuos industriales: los procedentes de materiales de desechos producidos en fábricas (no subproductos de procesos productivos), en este caso tenemos la cachaza de la planta piloto que es utilizada como fertilizante de suelo. el estiércol producido en la vaquería y en la cochiguera es utilizado como abono orgánico en el IBP y en las plantaciones de kingrass. También con este fin es utilizado el material con que se cubre el suelo de las naves de las aves en la pollera (cáscara de arroz y excremento del animal), cuando concluye su ciclo reproductor.

- Otros:

1. Acondicionamiento de zonas deterioradas como el área del jardín botánico en el cual se esta desarrollando esta actividad en estos momentos.

2. Limpieza de áreas verdes, de vías y áreas públicas, en esta tarea todo el barrido se hace de forma manual, los desechos recogidos se apilan en la misma área donde son generados y posteriormente son recogidos. Esto afecta la estética causando molestias a los habitantes del lugar provocando en ocasiones el arrastre de las hojas por el viento y su posterior esparcimiento.

Toda el área de la UCLV presenta las condiciones necesarias para poder realizar la actividad de barrido o limpieza de áreas verdes, vías y áreas públicas, la cual es realizada por estudiantes de la propia universidad asesorados por un jefe de brigada. Para realizar esta labor, las vías y áreas públicas están divididas por los siguientes tramos:

1. Puerta de la Universidad – 900.
2. Sala de Historia – Biblioteca central.
3. Policlínico –Matemática.
4. Comedor – Hotelito.
5. Transporte - Guarapera
6. Gasolinera – Construcciones
7. Agropecuaria a la derecha.
8. Agropecuaria a la izquierda.

La mano de obra que se utiliza para la recolección de todos los residuos esta compuesta por una dotación de cuatro hombres: un chofer, dos tiradores que recolectan los depósitos

colocados frente a los edificios, los desechos de los supiaderos y pilas de desechos provenientes del barrido de las calles y un hombre encima del vehículo, en el caso de la careta tirada por tractor, en el caso de la careta de tracción animal la dotación es de un solo hombre, el cual hace todo el trabajo.

Tenemos ciertas carencias de útiles de todo tipo y además no se cuenta con el personal necesario para realizar el servicio. La recogida no se efectúa de forma uniforme, realizándose en bolsas de nylon, en cubos privados, contenedores pequeños, cajas de cartón y supiaderos.

La recogida en bolsas o paquetes tienen la ventaja de reducir los tiempos en las operaciones de recogida y elimina los costos de lavado de los contenedores. Entre los inconvenientes puede decirse que son fácilmente rotas por perros y otros animales, además presentan alto riesgo de que el personal sufra lesiones con objetos punzo cortantes contenidos en las bolsas.

Cuando la recogida se efectúa en cubos privado elimina acciones de perros y otros animales, presentando el inconveniente de dificultar el manejo del recipiente y necesitar un mayor número de personal de servicio. Las inspecciones realizadas arrojan que se utiliza en poca magnitud este tipo de recipiente para la recogida de desechos, utilizándose mayoritariamente en la zona de las antillas.

En la UCLV contamos con 57 contenedores plásticos de 0.38 m³ de capacidad los que se encuentran ubicados principalmente en las facultades y residencias estudiantiles, centros de investigación y avenidas. Este tipo de recipiente aunque supera los anteriores presentan inconvenientes ya que el tipo de vehículo con que contamos para la recolección y transportación de los RSU no es el idóneo al no disponer de aditamentos para cargar y virar los contenedores, lo cual hace que los tiempos de operación sean mayores y atente contra la salud de los operarios. Además estos contenedores no se lavan como debe hacerse, encontrándose en ocasiones en un estado indeseable. Es de señalar que con los mismos se ha eliminado la acción de perros y otros animales y se ha mejorado en algún sentido las condiciones de seguridad e higiene de los operadores así como la imagen estética de los lugares donde se encuentran. No contamos con contenedores de baja ni de alta capacidad lo cual podría valorarse para ser utilizarlo en

algunos centros donde la generación de residuos es alta, permitiendo establecer recorridos e itinerarios más factibles. En la encuesta aplicada

También se utilizan supiaderos como sistemas de recolección aunque puede apreciarse que producto a que hace poco que fueron construidos no se les esta dando el uso adecuado.

Es de mencionar que hay muy pocos lugares según la inspección que utilizan tanques como sistema de recolección siendo estos los menos usado.

Es de mencionar que hay lugares donde por la carencia de recipientes como los ya descritos se detectó otros tipos realizando la función de almacenamiento de residuos. Dentro de ellos se encuentran cajas de cartón, cestos de diferentes materiales como son plástico, aluminio, cestas, etc. Los mismos son empleados por un 14% de los habitantes de la universidad.

Las principales deficiencias detectadas son la falta de conocimiento acerca de las normas que se deben seguir para la recolección y la falta de los implementos necesarios par realizar las mismas como guantes, tapabocas, botas de caucho, palas y batas o delantales Además debemos destacar que mediante la encuesta realizada en el periodo 2004 se obtuvo que un 5.6% de las personas encuestadas no conocen como se realiza la recogida y el 94,4 % plantea que los desechos son recogidos diariamente. Esto no se corresponde totalmente con lo que mediante entrevistas e inspecciones se pudo investigar, pues mediante las mismas pudimos detectar que los desechos no son recogidos precisamente todos los días existiendo áreas como el CEDER, las antillas, el CBQ y el IBP donde los residuos son recogidos una vez por semana.

➤ *Sistema de transporte*

El sistema de transporte se encarga de realizar el traslado de los residuos sólidos urbanos recolectados a los centros de tratamiento o disposición final, este se realiza de forma directa o sea es realizado por vehículos de recogida ya que desde la ciudad Universitaria al centro de disposición final (Vertedero) la distancia es inferior a los 15 Km. y las cantidades a transportar son moderadas.

Los vehículos que se utilizan no son los más idóneos para la recogida de residuos. Siendo los mismos de caja abierta y sin las condiciones técnicas ya que no cuentan con

aditamentos para la carga y el viraje de los contenedores, ni con sistema de compactación, en la siguiente tabla se hace una breve descripción de los mismos.

Tabla 3.6 Vehículos usados para la recolección de residuos sólidos

Vehículos	Capacidad m ³	Ancho m	Alto m	Largo m	Método de descarga	Estado técnico
Tractor con carreta	3	2.5	0.6	3	De forma mecánica	Regular
Tracción animal	1.28	1.2	0.4	1.6	De forma manual	Regular

Es de señalarse que en la inspección se pudo observar que estos vehículos no son los mas apropiados, pues dificultan la carga y descarga de los residuos , contrario a esto la encuesta realizada en el periodo 2004 arrojó que el 66% de las personas encuestadas piensan que la transportación es buena o excelente, considerándolo solo el 17.3% de malo y un 16.6 % de muy malos, aunque si se señalan como deficiencias fundamentales que los vehículos utilizados para la transportación de los residuos no son adecuados y tampoco lo es la frecuencia con que se recogen dichos residuos.

- ***Itinerario y horario***

En la Universidad no se cumple rigurosamente el itinerario establecido y el horario de recogida se limita a la mañana en muchas ocasiones. Los desechos deben recogerse diariamente, aunque esto no se realiza así para todas las áreas. La carreta y el carretón utilizados con este fin comienzan su recorrido de recogida a la 8.00 AM, realizando mayoritariamente 2 viajes. Debido al horario en que se realiza la recogida los residuos

procedentes del barrido de las avenidas y de la limpieza de áreas verdes en ocasiones no son recogidos en su totalidad ya que los encargados de estas labores son los propios estudiantes los cuales comienzan a trabajar en ese mismo horario, por lo que en muchas ocasiones cuando pasa el vehículo recolector no han concluido el trabajo. Esto ocasiona que los mismos sean esparcidos por el aire, ocasionando molestias a los habitantes, así como un impacto paisajístico negativo.

➤ *Sistema de tratamiento*

En la UCLV no existe un sistema de tratamiento de residuales adecuado, se utiliza como sitio de disposición final un vertedero a cielo abierto (Anexo). El mismo fue construido hace algunos años, presentando en la actualidad serias dificultades. El acceso hacia esta área es adecuado mientras que en su interior se imposibilita el traslado, lo cual se agudiza en temporada de lluvia.

Esta situación ha traído como consecuencia el surgimiento de un botadero incontrolado de residuos fuera de esta zona, lo cual constituye en estos momentos un foco contaminante.

En el año 2002 por necesidades de la planta piloto José Martí se comenzó a construir en esta misma área unas zanjas para ser utilizadas como desagüe de las lagunas de oxidación. Por causas que no se conocen, este proyecto no se culminó, encontrándose en este momento las excavaciones realizadas en el lugar llenas de desechos sólidos que se expanden por todo el sitio.

Por lo planteado anteriormente y lo que mencionaremos a continuación este vertedero no es la solución correcta para la disposición final de los residuos universitarios.

1. El vertedero está en la futura entrada del jardín botánico que se encuentra en rehabilitación.
2. No cuenta con un sistema de drenaje y evacuación de los lixiviados.
3. No cuenta con un sistema de captación y evacuación de gases.
4. No cuenta con zona de recepción y control.
5. El vallado perimetral se encuentra en mal estado.
6. No dispone de una pantalla vegetal adecuada
7. No se han tomado en cuenta las normas de protección contra incendio. Los mismos trabajadores incineran los desechos en este lugar provocando serios daños al medio ambiente. En estos botaderos es evidente el impacto negativo causado por la quema de

los desechos. El humo reduce la visibilidad y es causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores.

8. Existen varias quejas de trabajadores de la facultad de eléctrica ya que por su cercanía al vertedero, son los principales afectados por esta situación, así como también manifiestan inconformidad por la cantidad de residuos en su mayoría jabas de nylon que el viento trae hacia ese lugar causando un impacto paisajístico negativo.

Además en las entrevistas realizadas, los trabajadores del Jardín botánico manifiestan la necesidad inmediata de ubicar el vertedero en otra zona, pues el mismo se encuentra en la futura entrada del jardín botánico que en estos momentos se encuentra en período de rehabilitación.

No se puede dejar de mencionar que además de las malas condiciones en que se encuentra el vertedero, en el mismo se vierten todo tipo de residuos incluyendo los del policlínico, aunque no es necesario considerarlo como un sector que incida de manera importante en la producción total de desechos. Sin embargo, en lo que respecta a su calidad, es necesario distinguir entre los residuos propios de toda vivienda (de la limpieza, cocina, basura común), y los originados por las actividades específicas que producen residuos potencialmente infecciosos, tales como materiales punzo cortantes, gasas, vendas, algodón, etc., llamados "DESECHOS PATOGENICOS O INFECCIOSOS", los cuales se consideran peligrosos. La disposición final de estos desechos debe ser en lo posible local, ya sea mediante la incineración o enterrándolos en un pozo de dimensiones adecuadas, cuya profundidad se encuentre por lo menos a dos metros de la capa freática, para evitar el contacto con el agua. De ser recogidos, deben tomarse las medidas antes mencionadas y su disposición final podrá realizarse en un relleno sanitario manual, colocándolos en cuanto lleguen al pie del talud, cubriéndolos de inmediato con otras basuras y tierra.

También debemos mencionar que en la universidad existen centros y áreas que realizan una gestión de tratamiento positiva a sus residuos. Por ejemplo:

1- En el CIAP que se generan o trabajan con animales muertos son llevados a incinerar a Santa Clara dándole de esta manera un tratamiento adecuado.

2- En el IBP los residuos sólidos que puedan resultar peligrosos (no han sido caracterizados) son almacenados en bolsas de nylon y llevados a incinerar a Santa Clara y los restantes son depositados en una especie de relleno sanitario, aunque se está considerando la construcción de un nicho para darle disposición final a todos estos residuos.

3- En el CEQA los residuos de cristalería de laboratorio son almacenados en cajas para su posterior recuperación y los demás residuos sólidos generados en los laboratorios, que puedan resultar peligrosos, se recogen en bolsas de nylon hasta que cuentan con una cantidad prudencial y son llevados a Santa Clara a incinerar.

4- En Soldadura los residuos de los trabajos que ellos realizan son reutilizados íntegramente.

Se debe destacar que aunque en estos centros se realiza una gestión positiva, el tratamiento de los residuales es insuficiente.

➤ *Sistema de eliminación:*

Por inspección realizada se pudo constatar que en estos momentos los residuos no están siendo eliminados en su totalidad. En el lugar donde se vierten son quemados sin tener en cuenta que este procedimiento que se está llevando a cabo es inadecuado pues daña grandemente el suelo, el aire y la salud. En las encuestas realizadas en el periodo 2004 se pudo determinar que las personas encuestadas tienen claro la importancia que tiene proteger los mismos pues de ellas un alto porcentaje (94%) coincidieron en que todos (suelo, agua y aire) sufren un impacto severo importante al ser contaminados. Un porcentaje alto de las personas encuestadas (76.7%) creen que la eliminación de los residuos es buena, lo que no se corresponde con la insuficiente o reducida eliminación de los desechos. Solamente un 23.3 % creen que es malo.

De forma general en la UCLV todas las personas no tienen bien claro los aspectos relacionados con la gestión de desechos sólidos mencionados anteriormente, pues existe una evidente contradicción entre lo que hemos podido investigar y lo que se ha recogido a través de las encuestas que se realizaron en el periodo 2004. Esto indica que se hace necesario brindar una mayor información a la población al respecto. Lo cual aparece recogido claramente en estas encuestas aplicadas donde el 98 % de la población estuvo

de acuerdo en que esto sería bueno hacerlo, fundamentalmente mediante programas participativos en los cuales el 98 % de la población está de acuerdo en participar y manifestando además aproximadamente igual proporción (98.7 %) de la población no haber participado en las mismas en ninguna ocasión.

3.1 Ubicación de focos contaminantes por residuos sólidos.

En recorridos realizados por toda la universidad tanto en el periodo 2004 como en el 2005 encontramos varios focos contaminantes de importancia (anexo #), como son los expuestos en las tablas que mostramos a continuación. Aquí se puede apreciar claramente la necesidad inmediata de eliminar los focos que aun existen, pues algunos de ellos podrían resultar muy peligrosos y dañar grandemente el medio ambiente y la salud de los trabajadores.

Tabla #3.7: Focos contaminantes detectados durante el actual periodo

Localización	meses			Observaciones
	marzo	abril	mayo	
Al rededor del tanque de agua	X	X		Escombros, papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos.
Actual vertedero	X	X		Escombros, papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos.
Detrás de la Facultad de eléctrica	X	X		Papel, bolsa de plásticos.
Patio de la cantina de la facultad de química-farmacia	X			Papel, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Detrás del edificio de extranjeros	X	X		Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Frente al edificio U5	X	X		Escombros.
Debajo del edificio 900	X	X		Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Detrás del merendero	X	X		papel, , latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos
Al lado de la pista de atletismo	X	X		Ramas de árboles.
Entre la facultad de construcciones y del terreno de football	X			Papel, plásticos, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
En el edificio en constricción al lado de construcciones	X	X		Escombros.

De tras de las BK de agropecuaria	X	X		Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
En el edificio en demolición detrás de el comedor (agrop)	X	X		Escombros, papeles bolsas de plástico, ramas de árbol.
Al lado del cuarto(alto voltaje) agrop	X	X		Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Entre la carpintería y el CQA	X			Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Frente a la carpintería	X	X		Recortes de madera y aserrín.

Tabla #3.8: focos contaminantes que se mantuvieron durante los periodos 2004 y 2005.

Focos contaminantes	Periodo 2004			Periodo 2005			observaciones
	marzo	abril	mayo	marzo	abril	mayo	
Policlínico (gran magnitud)	X	X	X	X	X	X	En este centro se vierten los residuos sin tratar siendo estos residuos clínicos e infectados en muchas ocasiones. Los residuos que vierten son
Centro de bioactivos químicos. (gran magnitud)	X	X	X	X	X	X	En este centro se encuentra una gran acumulación de residuos almacenados pues sus características no le permiten ser vertidos indiscriminadamente. Estos residuos esta siendo caracterizados para su utilización en otras empresas. Los residuos consisten en: Carbón contaminado de la purificación de los principios activos. Papel que se utiliza para ese carbón. Lodos que contienen sales de hierro, sales

							de aluminio, restos de G0, restos de G1, concentrado de bromo, oxido de calcio y trazas de fulfural.
Entre el IBP y la facultad de agropecuaria. (baja magnitud)	X	X	X	X	X	X	Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos.
Detrás de la nave de de soldadura. (gran magnitud)	X	X	X	X	X	X	Papel, algodones, cartón, textiles plástico, metales, vidrio, residuos, chatarra, residuos de construcción.
En los alrededores de la entrada del vertedero de la UCLV. (mediana magnitud)	X	X	X	X	X	X	Escombros, papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos
Áreas aledañas al vertedero de la UCLV. (gran magnitud)	X	X	X	X	X	X	Papel, bolsa de plásticos.

Tabla #3.9: Focos contaminantes que han sido eliminados en el periodo 2003-2004 y el 2004-2005.

Focos contaminantes	Periodo 2004			Periodo 2005			observaciones
	marzo	abril	mayo	marzo	abril	mayo	
Patio de la cantina de la facultad de química- farmacia				X	X		Papel, bolsa de plásticos.
Detrás del edificio de extranjeros				X			Papel, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
Detrás del merendero la universitaria				X	X		Papel, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
De tras de las BK de agropecuaria				X	X		Papel, plásticos, textiles, latas, bolsa de plásticos, residuos de alimentos.
IBP (mediana magnitud)	X	X	X				En este centro se encontraba un receptor de residuos (hueco) sin protección o tratamiento alguno, donde

							se podía encontrar diferentes tipos de residuos. Actualmente este receptor se ha convertido en un pequeño relleno sanitario.
Frente a la tintorería en una edificación que esta en demolición (mediana magnitud)	X	X	X				En este lugar se encontraban escombros procedentes de un edificio que fue demolido, los cuales fueron eliminados

De las tablas expuestas anteriormente se deduce que en la universidad se presentan problemas relacionados por la disposición inapropiada de los residuos sólidos, constituyendo focos contaminantes de gran y mediana magnitud. los cuales no solo representan un peligro para los habitantes de la ciudad universitaria, sino que atentan con el buen aspecto de la misma causando una impresión negativa a todo aquel que nos visita. Por lo que se requiere dar una solución inmediata por los peligros a que se expone la población universitaria. Debemos tener en cuenta que a pesar de los problemas existentes las autoridades del centro, pese a la carencia de recursos de todo tipo, están haciendo todo lo posible por mejorar la situación existente. Una muestra de esto lo es que ya han sido eliminados algunos de los focos contaminantes que se encontraron en el periodo 2004. Pero hay que señalar la necesidad de tomar medidas mas estrictas ya que en el actual periodo han aparecido nuevos focos contaminantes a los cuales no se les a dado solución, también es necesario concientizar a la población universitaria de la necesidad de que solo se depositen los residuos en los depósitos que están destinados para esta actividad para evitar la aparición de nuevos focos en el futuro, además de el incremento de la magnitud de los ya existentes. También es importante que en el policlínico se le de el tratamiento adecuado a los desechos *“PATOGÉNICOS O INFECCIOSOS”*, envasándolos en bolsas cerradas de polietileno de color especial, evitando en lo posible el derrame de su contenido y el contacto por parte del personal de recolección, así estén provistos de guantes y ropa adecuada.

Es importante señalar que dentro de los residuos de laboratorios que también pueden ser considerados perjudiciales o de tratamientos especiales se encuentran los generados en los laboratorios del CEQA, bioactivos químicos, CIAP, IBP y las facultades de Química Farmacia y Agropecuaria, los cuales no están debidamente caracterizados aunque en algunos casos como se mencionó anteriormente se le da un adecuado tratamiento.

Los residuos sólidos procedentes de laboratorios no son analizados con profundidad en este trabajo por ser un aspecto muy amplio, específico y no existir una caracterización detallada de este tipo de residuos, lo cual debe ser valorado en trabajos posteriores.

3.2 Determinación de la densidad de los residuos sólidos

Para determinar la densidad de los residuos sólidos en la UCLV se procedió de la siguiente manera:

$$\text{densidad aparente(Kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{peso de la muestra en (Kg)}}{\text{volumen de la muestra en (m}^3\text{)}}$$

Donde el volumen de la muestra es constante e igual a 0.03 m³ y el peso fue determinado en el periodo de muestreo.

Ejemplo de cálculo:

$$\begin{aligned} \text{Densidad (Kg/ m}^3\text{)} &= 5.4 \text{ Kg} / 0.03 \text{ m}^3 \\ &= 180 \text{ Kg/ m}^3 \end{aligned}$$

Los restantes valores aparecen reportados en la siguiente tabla.

Tabla 3.10 Valores de peso y densidad.

lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
Peso (Kg)	Densidad (Kg/m ³)								
5.4	180	3.0	100	3.3	110	4.5	150	3.24	108
3.6	120	3.45	115	3.9	130	4.2	140	3.69	123
4.068	135.6	3.966	132.2	3.84	128	3.45	111.5	2.94	98
3.15	105	3.795	126.5	4.02	134	3.5	116.7	4.62	154
3.6	120	4.5	150	3.75	125	4.2	140	4.08	136
4.11	137	4.397	148	3.9	130	3.87	129	3.96	132

3.3 Determinación de la producción per cápita de residuos sólidos en la UCLV.

Para calcular la producción per cápita de residuos sólidos en la UCLV se procedió de la siguiente manera:

$$Ppc = \frac{Wt / \textit{semana}}{pob \cdot 7 \cdot cob} \text{ (Kg./hab./día)} \quad (1)$$

Donde:

Wt: peso total de los residuos recolectados por día

Pob: habitantes.

Cob: % de cobertura.

Ppc: producción per cápita.

Para poder aplicar esta fórmula es necesario conocer el volumen de residuos sólidos que se generan diariamente, por lo que para calcularlo tuvimos en cuenta la cantidad y forma de los vehículos recolectores que realizan la recogida, así como el número de viajes que realizan en el día y la capacidad a la que llega el camión al lugar de descarga:

Tabla 3.11: Cantidad y forma de los vehículos.

Equipos	Cantidad	Forma	# de viajes/día
Carreta tirada por tractor	1	Rectangular	3
Carreta tirada por caballo	1	Rectangular	3

Tabla 3.12: Vehículos usados para la recolección de residuos sólidos.

Vehículos	Capacidad m ³	Ancho m	Alto m	Largo m	Método de descarga	Estado técnico
-----------	-----------------------------	------------	-----------	---------	-----------------------	-------------------

Tractor con carreta	5.352	2.23	0.6	4	mecánico	Regular
Tracción animal	1.34827	1.19	0.55	2.06	De forma manual	Regular

Luego con los volúmenes de cada vehículo, la capacidad y la densidad determinada en el epígrafe anterior, se calculó el peso total de residuos que se genera por día de muestreo. Seguidamente aplicando la ecuación (1) se determinó el per cápita por día de muestreo y el per cápita promedio para cada día de la semana, para cada semana y para cada mes; lo cual se muestra en las tablas que le siguen a continuación.

Tabla 3.13 Semana del 14 al 18 de marzo del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		75%		50%		50%		75%	
densidad	180		100		110		150		108	
peso	963.36		401.4		74.15485		401.4		433.512	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		100%		100%		50%		30%		60%
densidad		180		100		110		150		108
peso		963.36		535.2		294.36		240.84		346.8096
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	90%		50%		75%		50%		80%	
densidad	136.6		136.6		136.6		136.6		136.6	
peso	165.7563138		92.086841		138.1302615		92.086841		147.3389456	

reparto	C				C
capacidad	90%				80%
densidad	100				108
peso	121.3443				116.490528
peso total	2213.820614	1150.031141	506.6451115	734.326841	1044.151074
per capita	0.092242526	0.143753893	0.063330639	0.091790855	0.130518884

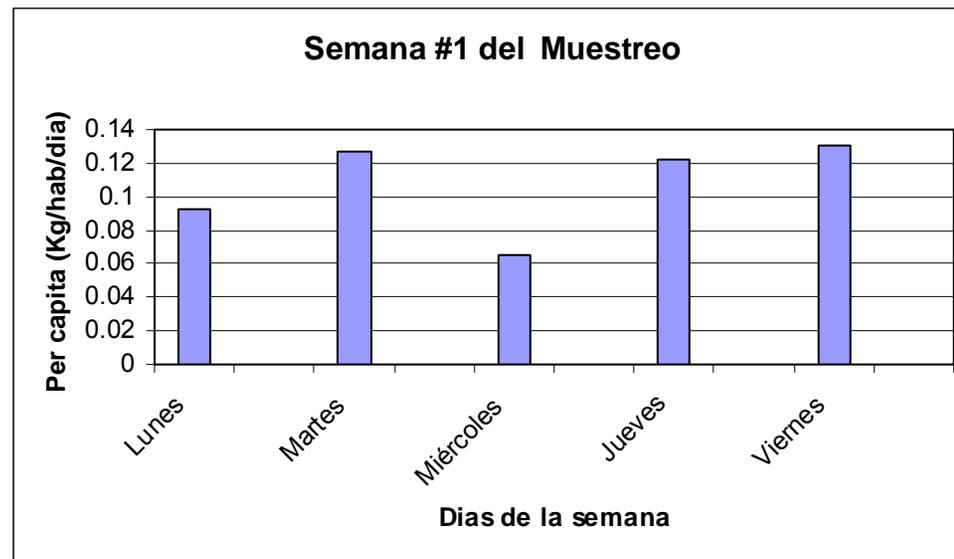


Tabla 3.14: Semana del 21 al 25 de marzo del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		75%		50%		50%		75%	
densidad	120		100		110		150		108	
peso	642.24		401.4		294.36		401.4		433.512	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		75%		100%		50%		30%		60%
densidad		120		100		110		150		108
peso		481.68		535.2		294.36		240.84		346.8096
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	60%		50%		75%		50%		80%	

densidad	136.6	136.6	136.6	136.6	136.6
peso	110.5042092	92.086841	138.1302615	92.086841	147.3389456
reparto		C		C	
capacidad		75%		80%	
densidad		100		108	
peso		101.12025		116.490528	
peso total	1234.424209	1129.807091	726.8502615	734.326841	1044.151074
per capita	0.051434342	0.141225886	0.090856283	0.091790855	0.130518884

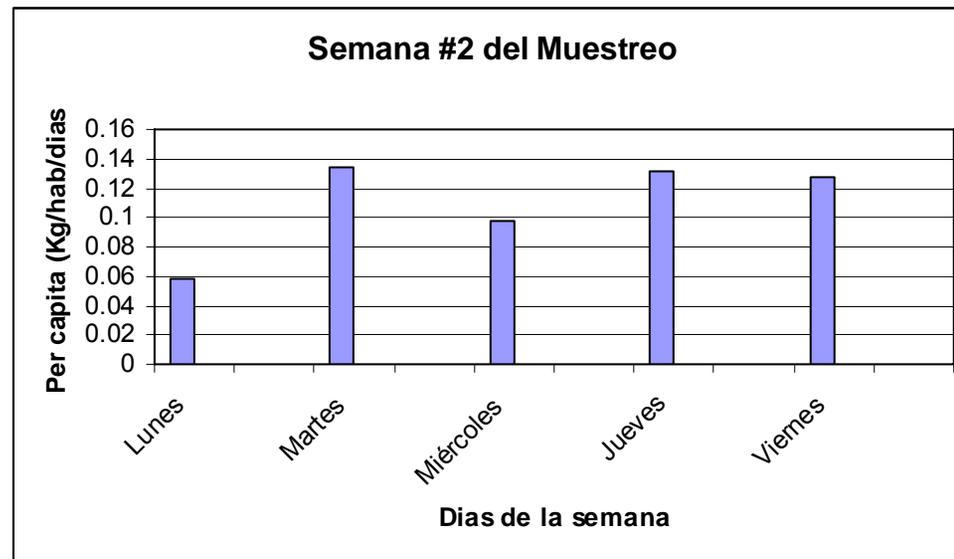


Tabla 3.15: Semana del 18 al 22 de abril del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		80%		60%		60%		80%	
densidad	135.6		132.2		128		111.5		98	
peso	725.7312		566.0275		411.0336		358.0488		419.5968	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		100%		70%		50%		50%		75%
densidad		135.6		132.2		128		111.5		98
peso		725.7312		495.2741		342.528		298.374		393.372
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	100%		60%		75%		100%		90%	
densidad	136.6		136.6		136.6		136.6		136.6	

peso reparto capacidad densidad peso peso total per capita	184.173682	110.5042092 C 50% 132.2 89.120647	138.1302615	184.173682	165.7563138 C 75% 98 99.097845
	1635.636082	1260.926456	891.6918615	840.596482	1077.822959
	0.068151503	0.157615807	0.111461483	0.10507456	0.13472787

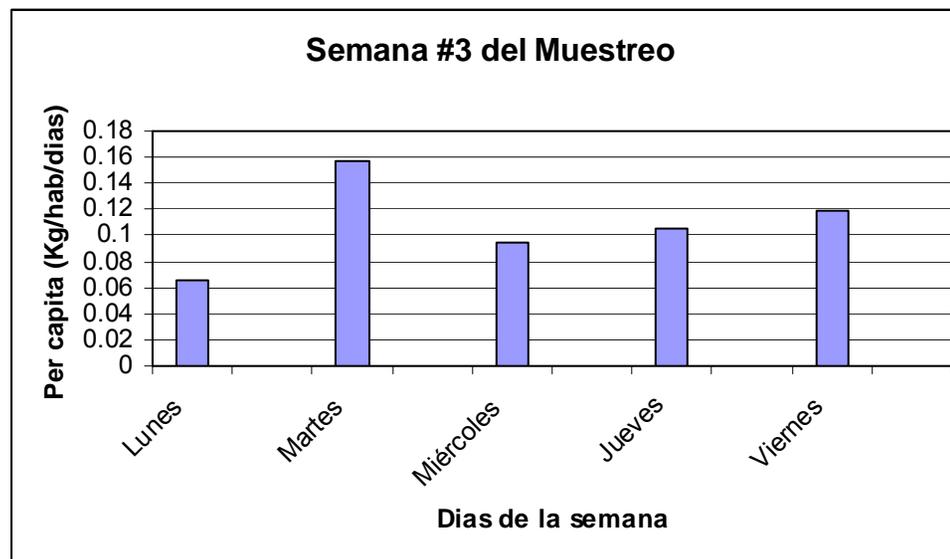


Tabla 3.16: Semana del 25 al 29 de marzo del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		75%		50%		50%		75%	
densidad	120		100		110		150		108	
peso	642.24		401.4		294.36		401.4		433.512	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		75%		100%		50%		30%		60%
densidad		120		100		110		150		108
peso		481.68		535.2		294.36		240.84		346.8096
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	60%		50%		75%		50%		80%	
densidad	136.6		136.6		136.6		136.6		136.6	
peso	110.5042092		92.086841		138.1302615		92.086841		147.3389456	
reparto			C						C	

capacidad		75%			80%
densidad		100			108
peso		101.12025			116.490528
peso total	1234.424209	1129.807091	726.8502615	734.326841	1044.151074
per capita	0.051434342	0.141225886	0.090856283	0.091790855	0.130518884

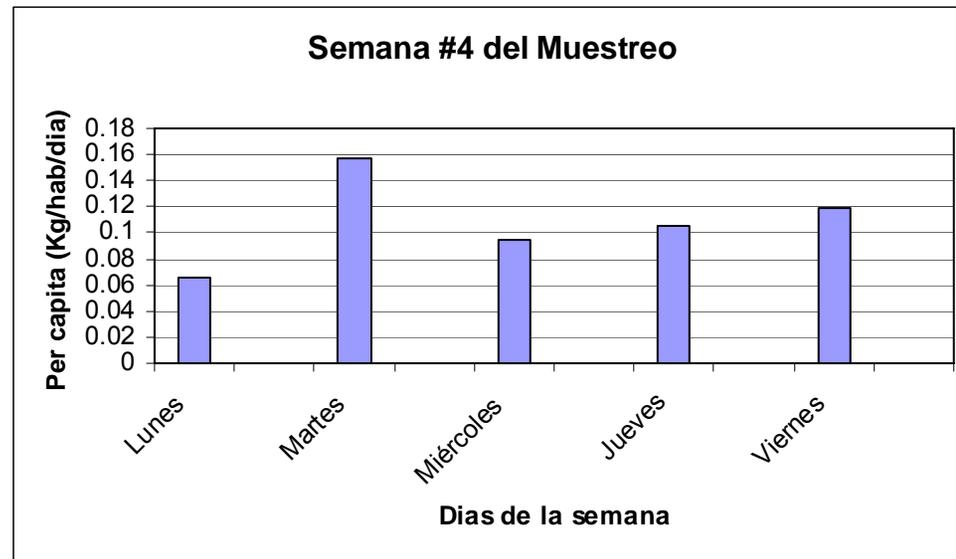


Tabla 3.17: Semana del 2al 6 de mayo del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		100%		50%		60%		80%	
densidad	120		150		125		140		136	
peso	642.24		802.8		334.5		449.568		0	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		75%		80%		60%		30%		70%
densidad		120		150		125		140		136
peso		481.68		642.24		401.4		224.784		509.5104
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	75%		50%		60%		50%		80%	
densidad	136.6		136.6		136.6		136.6		136.6	

peso reparto	138.1302615	92.086841	110.5042092	92.086841	147.3389456
capacidad			C		C
densidad			60%		70%
peso			100		108
peso total	1262.050262	1537.126841	846.4042092	766.438841	758.7785576
per capita	0.052585428	0.192140855	0.105800526	0.095804855	0.09484732

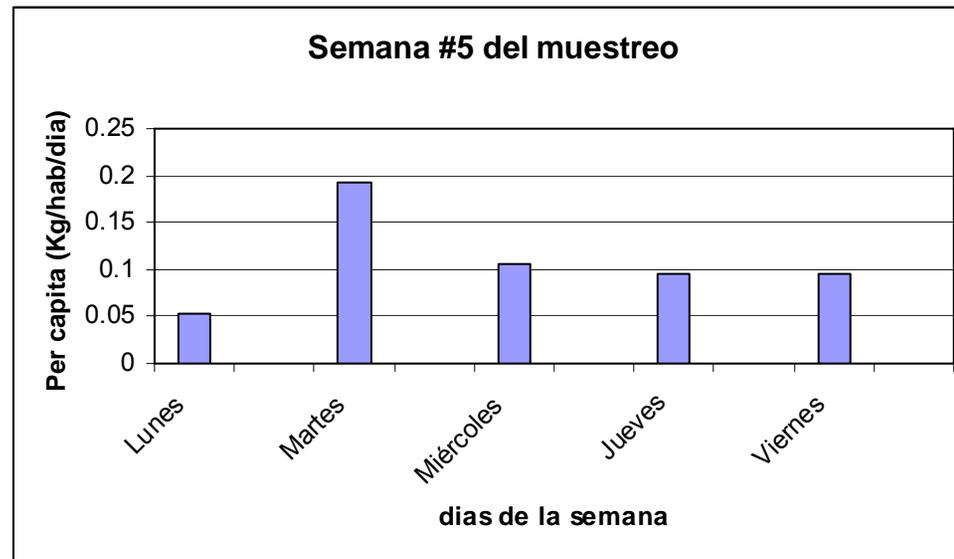
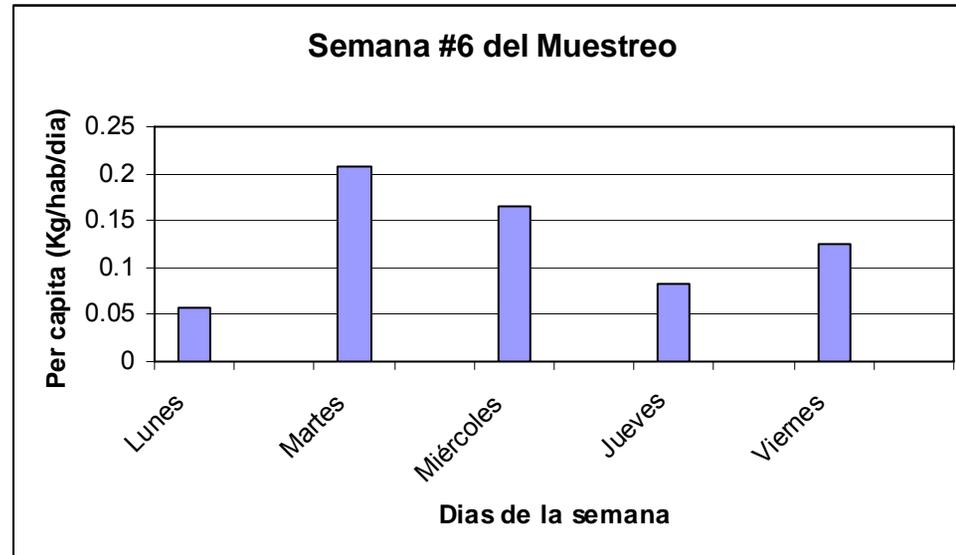
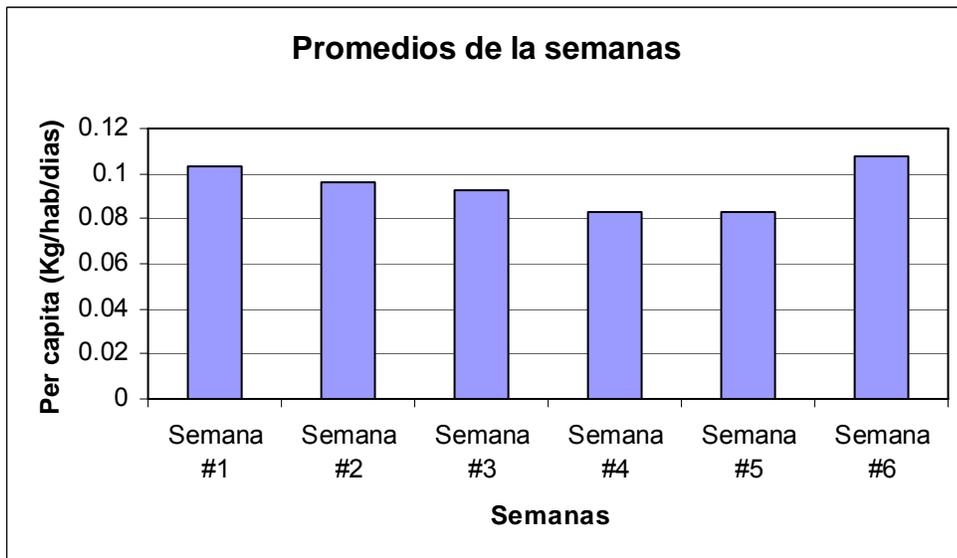
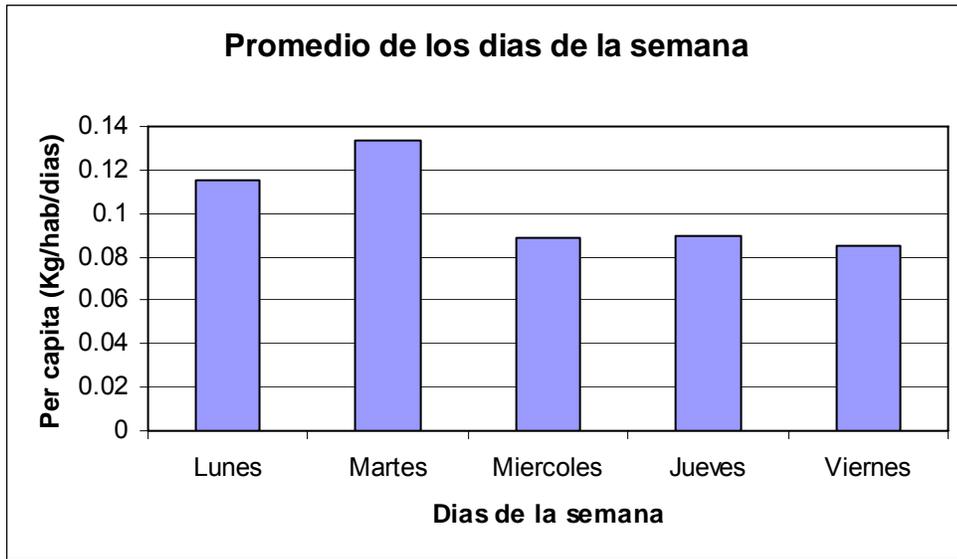


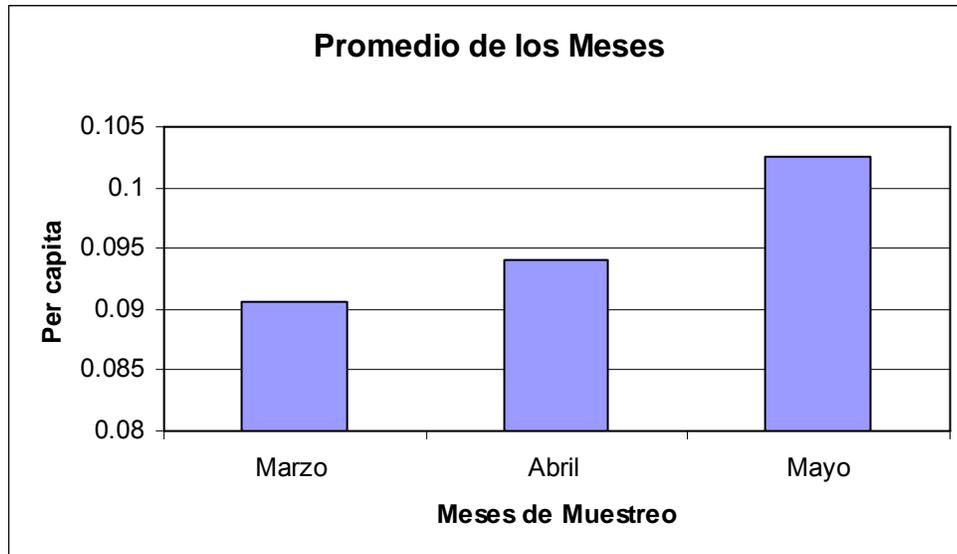
Tabla 3.18: Semana del 9 al 13 de mayo del 2005

Procedencia	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes	
	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo	primero	segundo
comedor	T		T		T		T		T	
extranjeros	T		T		T		T		T	
camilitos	T		T		T		T		T	
CBF			T							
antillas							T			
CDER					T					
capacidad	100%		75%		60%		50%		75%	
densidad	137		148		130		129		132	
peso	733.224		594.072		417.456		345.204		529.848	
U4-U5		T		T		T		T		T
avenida		T		T		T		T		T
rectorado		T		T		T		T		T
puerta		T		T		T		T		T
policlínico		T		T		T		T		T
MFC		T		T		T		T		T
QF		T		T		T		T		T
centralito		T		T		T		T		T
talleres		T		T		T		T		T
Indeco		T		T		T		T		T
biblioteca		T		T		T		T		T
residencias		T		T		T		T		T
capacidad		75%		100%		50%		30%		60%
densidad		137		148		130		129		132
peso		549.918		792.096		347.88		207.1224		423.8784
guarapera	C		C		C		C		C	
capacidad	60%		90%		75%		60%		80%	

densidad	136.6	136.6	136.6	136.6	136.6
peso	110.5042092	165.7563138	548.3124	110.5042092	147.3389456
reparto		C	C		
capacidad		75%	100%		
densidad		100	100		
peso		101.12025	134.827		
peso total	1393.646209	1653.044564	1313.6484	662.8306092	1101.065346
per capita	0.058068592	0.20663057	0.16420605	0.082853826	0.137633168







Analizando las tablas anteriores y los gráficos obtenidos podemos llegar a la conclusión de que en la ciudad universitaria el valor mas bajo del per capita se reporta los lunes ya que los residuos recolectados en este día son los acumulados del sábado y el domingo por lo que al calcularse el per capita el volumen de residuos tiene que ser dividido entre tres lo que hace que disminuya su valor. También podemos observar que los días que mas residuos se generan y por ende que mayo per capita hay es el martes y el viernes ya que estos son los residuos generados el lunes y el jueves respectivamente, esto se debe a que el lunes es el día en que se inician las actividades docentes y el numero de estudiantes aumenta y el jueves los estudiantes comienzan a concluir sus actividades y regresan a sus hogares por lo que se desasenan de todo aquello que les es innecesario. Además analizando el per capita promedio para cada mes podemos ver que en el mes de mayo hay un ligero aumento de su valor, esto se debe a que en este mes comienza la época de lluvias por lo que la densidad de los residuos aumenta aumentando así el peso de los mismos y el per capita

3.4 Caracterización de los residuos sólidos.

La caracterización forma parte del diagnóstico, sin embargo se separa ya que constituye uno de los procesos principales en MIRS, puesto que permite determinar el tipo y la cantidad de residuos que se producen en la institución y si existe un uso secundario para los residuos antes de enviarlos al relleno. Esta es la única forma de

planificar una evacuación ambientalmente correcta, además, una gestión eficiente y eficaz de los recursos financieros y programas del MIRS.

La caracterización está compuesta por:

- Muestreo.
- Análisis de resultados.
- Proyección de resultados.

Los resultados de estas tres actividades y el diagnóstico dan una pauta para estimar la producción de residuos en la ciudad universitaria, establecer la cantidad de contenedores que se necesitan para almacenar los desechos generados y establecer la alternativa de tratamiento más adecuada y económica a utilizar.

La clasificación de un residuo es relativa dependiendo de los objetivos planteados al realizar la clasificación, lo cual obedece a principios de órdenes técnicos, financieros y legales o puede incluir estos tres aspectos.

Para clasificar los residuos sólidos urbanos de la ciudad Universitaria Abel Santa Maria tomamos en consideración solamente su composición.

Tabla 3.19: Resultados de la caracterización.

Muestra #1		
Fecha: 21 de junio del 2005		
Componentes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Caucho (goma)		
Cuero		
Madera		
Materia orgánica putrescible	30	60%
Metales ferrosos		
Metales no-ferrosos	0.6	1.2%
Papel	9.3	18%
Cartón	5.4	10.8%
Plástico duro	1.7	3.4%
Plástico blando	2.7	5.4%
Tropos		
Vidrio		
Otros materiales	0.3	0.6%

Tabla 3.20: Resultados de la caracterización.

Muestra #2		
Fecha: 22 de junio del 2005		
Componentes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Caucho (goma)	-	-
Cuero	-	-
Madera	-	-
Materia orgánica putrescible	17.1	34%
Metales ferrosos	-	-
Metales no-ferrosos	-	-
Papel	22.4	44.8%
Cartón	6.8	13.6%
Plástico duro	2.8	5.6%
Plástico blando	-	-
Trapos	-	-
Vidrio	-	-
Otros materiales	0.9	1.8%

Tabla 3.21: Resultados de la caracterización.

Muestra #3		
Fecha: 23 de junio del 2005		
Componentes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Caucho (goma)	-	-
Cuero	-	-
Madera	-	-
Materia orgánica putrescible	16.5	33%
Metales ferrosos	-	-
Metales no-ferrosos	1.0	2%
Papel	24.1	48.2%
Cartón	5.9	11.2%
Plástico duro	2.0	4%
Plástico blando	-	-
Trapos	-	-
Vidrio	-	-
Otros materiales	0.5	1%

Tabla 3.22: Resultados de la caracterización.

Muestra #4		
Fecha: 24 de junio del 2005		
Componentes	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Caucho (goma)	-	-
Cuero	-	-
Madera	-	-
Materia orgánica putrescible	15.1	30.2%
Metales ferrosos	-	-
Metales no-ferrosos	0.2	0.4%
Papel	27.9	55.8%
Cartón	4.3	8.6%
Plástico duro	1.8	3.6%
Plástico blando	0.7	1.4%
Trapos	-	-
Vidrio	-	-
Otros materiales	-	-

Analizando los resultados obtenidos durante la caracterización podemos ver que predomina la materia orgánica putrescible esto se debe a que en la universidad se producen diariamente residuos de alimento en casi todos los centros. Incluyéndose entre ello las residencias estudiantiles, los comedores y los centros

gastronómicos. Además en los centros de la universidad se generan diariamente residuos de jardinera los cuales son dispuestos en el vertedero.

De la tabla anterior se concluye que en la mayoría de los centros se produce diariamente una gran cantidad de papel, siendo destinados al vertedero sin ser aprovechado para su reutilización o reciclado como materia prima.

El cartón al igual que el papel es generado en la mayoría de los centros aunque en menores cantidades no siendo recuperado ni reutilizado. También podemos concluir que las cantidades de vidrio, caucho, madera, textiles, cuero y metales ferrosos son mínimas ya que en las muestras analizadas no se encontraron ninguna de estos materiales.

Tabla 3.23: Componentes putrescibles, reciclables y combustibles de los residuos sólidos municipal urbana.

Componentes	Putrescible	Reciclable	Combustible
Materia orgánica putrescible	x	x	x
Metales ferrosos			
Metales no-ferrosos		x	
Papel	x	x	x
Cartón	x	x	x
Plástico duro		x	x
Plástico flexible		x	x
Plástico blando		x	x
Otros materiales			

Conclusiones

1. La gestión de los residuos sólidos en la ciudad universitaria presenta algunas dificultades tales como:

- Insuficientes medios de instrumentos y de protección e higiene del trabajo.
- Los vehículos que se utilizan para la recogida de residuos son insuficientes quedando desechos sin recoger y ocasionando la aparición de microvertederos. Estos vehículos no son los más idóneos al ser de caja abierta y sin las condiciones técnicas necesarias.
- Falta de información acerca de cómo debe realizarse la manipulación de algunos desechos (tóxicos, infecciosos etc.).
- La recogida y disposición final de los residuos especiales (infecciosos) procedentes del policlínico se realiza inadecuadamente al mezclarlos con el resto de los desechos.
- La recolección presenta en ocasiones alteraciones en los ciclos, en los horarios y en el recorrido de las áreas.
- El número de contenedores por áreas para la recolección es insuficiente.
- La carencia de depósitos adecuados obligan a que la recolección de los desechos se realice en envase inapropiados como cajas de cartón y bolsas de nylon.
- En la UCLV no existe un sistema de tratamiento adecuado para residuales sólidos.
- No existen estudios de impacto ambiental del vertedero.
- En el área del vertedero y fuera de la misma los residuos son vertidos e incinerados sin tener en cuenta que este procedimiento es inadecuado dañando grandemente el suelo, la atmósfera y la salud de los pobladores.
- En el área de construcciones no se le efectúa el servicio de recogida de residuos sólidos lo que trae consigo la incineración de los mismos en el lugar.
- Los residuales sólidos de los principales centros de investigación y laboratorios no están debidamente caracterizados.

2. En la ciudad universitaria fueron detectados los siguientes focos contaminantes:

De gran magnitud:

- Policlínico
- Centro de Bioactivos Químicos.
- Vertedero de la UCLV, áreas aledañas y alrededor del la entrada al mismo.

De mediana magnitud:

- Detrás del comedor de la facultad de agropecuaria
- Detrás de la nave de soldadura.
- Alrededor de el 900
- Entre la carpintería y el CQA.
- Entre la facultad de construcciones y el terreno de fútbol.

De baja magnitud:

- Entre el IBP y la facultad de agropecuaria.
- Alrededor de las residencias estudiantiles.

3. Se han eliminados algunos de los focos contaminantes que fueron detectados en el periodo 2003-2004 y el 2004-2005 como son:

- Frente a la tintorería en una edificación que fue demolida.
- Detrás del merendero de la facultad de Química—Farmacia.
- Detrás del edificio de extranjeros.
- Detrás del merendero La universitaria.

4. Los residuos que se encuentran almacenados en Bioactivos químicos se encuentran en fase de caracterización para ser utilizados en otras empresas y los del IBP son cubiertos con tierra en algunas ocasiones en el hueco receptor.

5. La producción de residuos en la ciudad universitaria oscila entre 6 62.83 y 2213.82 Kg/día y su valor promedio es de 999.254 Kg/día. Estas variaciones

se deben a que esta variable se ve afectada por la época del año y el día de la semana.

6. Analizando los valores de densidad obtenidos en nuestro estudio podemos considerar que la densidad de los residuos que se generan en la ciudad universitaria oscilan entre 100 y 180 Kg/m³ y su valor promedio es de 128.81 Kg/m³.

7. En la ciudad universitaria Abel Santamaría el valor per cápita de residuos sólidos oscila entre 0.01305 y 0.21662 Kg/hab/día siendo su valor promedio de 0.134903 Kg/hab/día.

8. Teniendo en cuenta los resultados de la caracterización podemos plantear que la mayor cantidad de residuos que se producen en la UCLV corresponden a la materia orgánica (31,8 %) y papel y cartón (41,65 y 13,93%) respectivamente.

9. Dadas las altas generaciones de papel y cartón de forma diaria se hace necesario la separación en el origen con vistas a su posible recuperación.

10. El plástico (6,35 %) y los metales no ferrosos (0,9%) se generan en muy bajas proporciones, lo cual prácticamente no justifica su recuperación.

11. Según los resultados obtenidos de producción de residuos y su composición física es factible la recuperación de papel y cartón y el compostaje.

12. Como solución para la disposición final correcta de los residuos sólidos en la UCLV se propone un relleno sanitario manual.

Recomendaciones

Al término de este trabajo se propone lo siguiente:

1. Se deben adquirir todos los medios necesarios para asegurar el desarrollo eficiente del trabajo y la seguridad de los trabajadores.
2. Valorar la adquisición de un transporte más apropiado para la recogida de los desechos, lo que garantizará mayor eficacia en la operación y reducción del número de viajes con un consiguiente ahorro de combustible.
3. Los residuos sólidos del policlínico, por sus características y peligrosidad deben ser recogidos de forma diferenciada (bolsas cerradas de polietileno) para poderlos disponer finalmente en un relleno sanitario.
4. Debe realizarse un estudio minucioso del impacto ambiental del vertedero a cielo abierto de la ciudad universitaria.
5. Se debe emprender un Programa de Educación ambiental relacionado con la gestión de desechos sólidos con la participación de todos los ciudadanos.
6. Se debe eliminar de forma inmediata todos los focos contaminantes de baja y mediana magnitud y a más largo plazo los de gran magnitud.
7. Se debe realizar una caracterización detallada y gestión adecuada de todos los residuos sólidos que se generan en los laboratorios y centros de investigaciones.
8. Se debe realizar la caracterización de los residuos generados en la ciudad universitaria durante un período más extenso para obtener datos más representativos y confiables, así como realizar una evaluación técnico – económica de las alternativas propuestas.

Bibliografía:

1. Agrícola Vergel año XXI – Número 247 julio 2002
2. Álvarez, A., González, M. Desarrollo sostenible de lo general a lo particular. Situación y diagnóstico ambiental de Cuba, Villa Clara, Santa Clara. Apuntes hacia una estrategia. Departamento Arquitectura, Facultad de Construcciones, Universidad Central de Las Villas.
3. Álvarez Bedoya, Juan; Proyecto ambiental interinstitucional. Medellín, 1999.
4. Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Cuba. Serie Análisis Sectoriales No. 13 OPS/OMS, 1997.
5. Asociación De Ingenieros Sanitarios De Antioquia (AINSA). Desechos sólidos: Generación, almacenamiento, recolección, disposición, reciclaje. Memorias del Curso de Desechos Sólidos y Reciclaje. Medellín, Colombia. Septiembre, 1987.
6. Catanhide, A. Procedimiento estadístico para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente, 2005.
7. Caycho Chumpitaz, Carlos. Guía de Caracterización de Residuos Sólidos. Lima.
8. Castellanos, C.M. "Economía y Medio Ambiente". Enfoque y experiencias sociales. Editorial academia, 1996.
9. Centro Panamericano De Ecología Humana Y Salud - OPS - OMS. Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México.
10. CETESB. Manual de operação de residuos sólidos No. 2, disposição de lixo em vala. Sao Paulo, Brasil. 1983.
11. Clark, B.B. Assessment of major industrial applications: a manual. Research Report No. 13. Department of Environment, London. 1976
12. Cossu, R. Studio di impatto ambientale dell'impianto di depurazione di Pero. Ctip, Roma, Cogefar, Milano. 1986

13. Conferencia sobre el tratamiento de aguas residuales, basuras y escombros en el ámbito rural. Editorial Agrícola española. Serie técnica. Madr Cheib Tenser, C: T: H." Land felling of Waste". Biogas. Editorial Elsilver, 1996.
14. Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Manual de Procedimientos para la gestión integral de residuos Hospitalarios y similares en Colombia. Mpgirh. 2001.
15. Collazos, Héctor y Hernández, Leoncio. Relleno sanitario manual. Revista ACODAL No. 87. Bogotá, Colombia. Abril, 1979.
16. Departamento administrativo de planeacion de Antioquia. Guía para el diseño, construcción y operación de un relleno sanitario manual. Imprenta Departamental. Medellín, Colombia. 1988.
17. Delgado, A J. Apuntes de trabajo, 2001.
18. Dee Norbert. Environmental evaluating system for water resource planning. Battelle, Columbus, USA. 1972
19. Diagnostico de la situación del manejo de residuos sólidos urbanos en América latina y el caribe. Perú 2003
20. Dirección de Ingeniería Sanitaria. Cuartilla de saneamiento. Desechos sólidos. La Habana, 1963.
21. Documento "Curso internacional de atención sanitaria al medio ambiente". Pamplona. España, 1992.
22. Documento "Curso sobre salud y medio ambiente" Instituto de formación y estudios sociales. Pamplona. España. 1993.
23. Echarri Prim, Luís. Ciencias de la tierra y del medio ambiente: Residuos sólidos urbanos. 1998.
24. Environmental Protection Agency. Sanitary landfill design and operation. U.S. Government Printing Office. Washington, D.C., 1972.
25. Enkerlin, H.E. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Edit. Internacional, S.A. México. 1997
26. E.P.A. "Sanitary Landfill Technology". 1974.
27. FAO, 1986.
28. FAO, 1993
29. Formulación y evaluación de proyectos ambientales compatibles. México. 1994.
30. Gómez Mejía, N. Proyecto Ambiental Interinstitucional. Medellín, 2000

31. Haddad, José. Módulo de disposición final de residuos sólidos. CEPIS/HPE/OPS. Lima, Perú. 1981
32. <http://www.monografias.com/trabajos15/tratamiento-RS/tratamiento-shtml>. Residuos sólidos. Ingeniería Ambiental. 2000
33. <http://www.bohemia.cubaweb.cu/sumarios/cienciatecnologia/articulo> 1.html. 2003.
34. http://www.enda.org.ma/dechets_urbains.php. Amélioration du cadre de vie et de l'environnement. urbain .Traitement alternatif et durable des déchets urbains.2004
35. <http://www.evariste.org/100tc//f034.html>. Tri, stockage et compactage des déchets urbains. 1996.
36. [http://www.globenet.org/preceup/pages/fr/chapitre/etatlieu/contexte/a/ac.Déchets Urbains. 2000](http://www.globenet.org/preceup/pages/fr/chapitre/etatlieu/contexte/a/ac.Déchets_Urbains.2000)
37. <http://www.salvador.edu.ar/vrid/publicaciones/ecsv2-2c.htm>. 2003
38. <http://www.sidsnet.org/docshare/other/>.El análisis sectorial de residuos. 2003
39. Informes sobre la temática tratada emitido por los Organismos de la Administración Central del Estado.
40. Instituto Técnico de Organopónicos. Ministerio de la Agricultura. Ciudad de la Habana.1995.
41. Izquierdo, J C. “Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola”. Tesis doctoral, 1990.
42. Jaramillo, J. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washintong. 1991.
43. La Habana, Prensa Latina, 6 jun 2003.
44. Ley de Medio Ambiente de la República de Cuba, 1998.
45. Lucien y Mayster “Dechets Urbains”. Presses Polytechequest et Universitaires Romandes. Suiza, 1994.
46. Ludwing, S. “Bosquejo y detalles de plantas sencillas Broeschwing. Wesbad. 1994.
47. Manual de Incineración de Residuos Sólidos Urbanos. Instituto de la diversificación y ahorro de la energía. IDEA. 1992.
48. Mariano Seodanez. Residuos: Problemática, descripción, manejo aprovechamiento y destrucción. Barcelona. Mundi Prensa.2000.
49. Marín Restrepo M. Manejo integral de residuos sólidos comunidad colegio Jesús Maria. Medellín, 2002.

50. Merisaldes, J C. Manual para el manejo integral de los residuos sólidos (MIRS) en instituciones educativas. Comité ambiental internacional. Escuela de ingeniería de Antioquia. Ingeniería ambiental, 2003.
51. Monreal, J A. Gestión de los Residuos Sólidos. Mesa Redonda.OEA-CIID.
52. Morea, Lucas. Caracterización de los residuos domiciliarios del distritote Santa Anita. Perú, 1997.
53. Orozco, A. Desechos sólidos. Una aproximación racional para su recolección, transporte y disposición. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia 1980.
54. Otero, L." Residuos Sólidos Urbanos. Unidades temáticas Medio ambiente .MOPO (DGMA) ,1998.
55. Penido, José. Recuperación semi-mecanizada de materiales. Aspectos técnicos del servicio de aseo. Programa Regional OPS/HPE/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano. Lima, Perú. 1982.
56. Proyecto de Gestión de RSU de Galicia. Junta de Galicia. Ordenación y obras públicas. España. 1992.
57. Promotora de desarrollo, ecodesarrollo. Manual Técnico Pedagógico de reciclaje. Segunda edición. Medellín, Colombia. 1998. Codesarrollo.
58. Razos, C.A. " Residuos Sólidos Urbanos". Instituto de Ciencias y educación. Taller de Educación Ambiental. Santiago de Compostela España. 1990.
59. Rodríguez, A. Residuos Sólidos Urbanos. Tecnologías Aplicadas en la Unión Europea. Universidad del País Vasco E.U.I.T.I. de Victoria (España).
60. Saavedra, A. Caracterización de los residuos sólidos. Revista de Investigación N° 01, Edición especial por el día mundial del Medio Ambiente. FCB-UNA Puno. 2003
61. Sakurai, K. Disposición final de residuos sólidos. CEPIS. Lima, Perú. 1980.
62. Secretaria de desarrollo urbano y ecología, et al. Programa estatal de control de residuos sólidos municipales. Talleres gráficos del Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos. México. Junio, 1985.
63. Seminario de la Red de Medio Ambiente Urbano. Málaga, España. 2003.
64. Suárez R A. "Estudio del manejo de los Desechos sólidos en diez localidades de la provincia Las Villas. Cuba. 1974.
65. Suárez, R A. "Estudio de la recogida, disposición final de desechos sólidos y limpiezas de calles en la ciudad de Santa Clara" Cuba. 1973.
66. Tchobanoglous George, eds. Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid. Mc-Graw-Hill.1998.

67. Treto, M. Manejo De Los Residuales Sólidos Urbanos de la Ciudad De Santa Clara. Trabajo De Diploma. 1998.
68. Turk, T.J. Tratado de Ecología, II Edición, Editorial Interamericano. S.A. México. 1981
69. Universidad de Antioquia. Facultad de Salud Pública. Estudio de aseo urbano (diagnóstico y proyecto). Municipio de Apartado. Corpouraba. Medellín, Colombia. 1981.

Anexo #1: Edificio en demolición detrás del comedor de agropecuaria



Anexo #2: Entre el Instituto de Biotecnología de las plantas (IBP) y la facultad de agropecuaria.



Anexo #3: Entre la Facultad de Construcciones y el terreno de fútbol (crematorio).



Anexo #4: Entre la carpintería y el CQA.



Anexo #5: Frente a la carpintería (crematorio).



Anexo #6: Entrada al área donde se encuentra el actual vertedero.



Anexo #7: Actual vertedero.



Anexo #8: Detrás de la nave de soldadura.



Anexo #9: Policlínico.

