

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS EN SAN PEDRO DE
TABOADA**

JUAN FERNANDO SARZOSA BEDOYA

ING. MIGUEL ARAQUE, Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniería Civil

Quito, Julio 2013

Universidad San Francisco de Quito

Colegio Politécnico

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Gestión Integral de Residuos Sólidos en San Pedro de Taboada

JUAN FERNANDO SARZOSA BEDOYA

Ing. Miguel Araque

Director de Tesis

.....

Miembro del Comité de Tesis

Fernando Romo, M.Sc.

Director Departamento Ing. Civil

.....

Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdoba, PhD.

Decana Escuela de Ingeniería

.....

Colegio de Ciencias e Ingeniería

Quito, 16 de Julio del 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Juan Fernando Sarzosa Bedoya

C.I. 171659759-4

Quito, Julio del 2013

DEDICATORIA

A mis padres que son la principal
Formación en mi educación, a mi familia
por su apoyo incondicional, y a mis
instructores que me llenaron de

conocimiento.

Agradecimiento

Agradezco a Dios el gran artífice de la vida, que su presencia se manifiesta a cada instante, que puso en mi camino a las personas más idóneas para que con sus sabias enseñanzas supieran guiarme para poder culminar esta meta.

Como olvidarme de mis padres que con su ejemplo inculcaron en mis firmes principios que me han servido para en caminar en la vida y en mi carrera, que han sabido enseñarme que solo a través del trabajo y la tenacidad se puede alcanzar el objetivo trazado.

JUAN FERNANDO SARZOSA

Resumen

Conservar nuestro medio ambiente y mejorar la calidad de vida del ser humano es uno de los principales objetivos que se busca con este proyecto, reconociendo que el manejo de la basura es uno de los principales problemas que tiene la población y dándonos cuenta que la naturaleza no es inagotable más bien aniquilable y que la población está pagando un alto costo para su conservación.

El manejo de los residuos sólidos que se describe en este proyecto se basa en el uso de un sistema de recolección con basureros tipo eco-tachos y camiones recolectores de carga frontal. Este sistema a diferencia del sistema tradicional con camiones de carga trasera y personal recolector es más amigable con el medio ambiente ya que los residuos están almacenados en tachos de basura tipo eco-tachos, estos almacenan la basura de una forma más eficiente y limpia, sin intervención de los olores que con el sistema tradicional es muy molesto y también protege la exposición de los desechos de los animales los mismos que rompen las fundas de basura y contaminan el ambiente.

El manejo del sistema es muy simple ya sea para el uso de grandes cantidades de residuos como para una unidad de basura, al usar este tipo de contenedor que consta con una palanca al pie que permite abrir la tapa de una forma fácil. Los contenedores se colocan al filo de la vereda o en la vereda y están ubicados a una distancia aproximada de 50m entre contenedor, estos contenedores son recolectados tres días a la semana en dos rutas establecidas. El sistema también consta de un camión limpia contenedores el mismo que limpia y desinfecta los contenedores dos veces al mes.

Resolver los problemas ambientales o, mejor aún, prevenirlos implica la participación consciente de la población, la necesidad de ir cambiando cada acción, de manera que se modifiquen los efectos de nuestra actividad individual y colectiva.

Abstract

To preserve our environment and to improve the quality of life of the human being is one of the main targets for that one looks with this project, admitting that the handling of the garbage is one of the main problems that the population has and realizing that the nature is not inexhaustible rather aniquilable and that the population is paying a high cost for its conservation.

The handling of the solid residues that is described in this project bases on the use of a system of compilation with dumps type echo - tachos and trucks recollectors of frontal load. This system in contrast to the traditional system with trucks of rear load and personal recollector is more friendly with the environment since the residues are stored in tachos of garbage type echo - tachos, these store the most efficient garbage of a form and clean, without intervention of the smells that with the traditional system is very annoying and also it protects the exhibition of the garbage of the animals the same ones who break the garbage cases and contaminate the ambience.

The handling of the system is very simple be already for the use of large numbers of residues as for a garbage unit, on having used this type of container that is known with a lever to the foot that it allows to open the lid of an easy form. The containers are placed to the knife-edge of the path or in the path and are located at an approximate distance of 50m between container, these containers are gathered three days a week in two established routes. The system also coast of a truck cleans containers the same one that cleans and disinfects the containers two times a month.

To solve the environmental problems or, better still, to prepare them implies the conscious participation of the population, the need to be changing every action, so that there are modified the effects of our individual and collective activity.

Tabla de contenido

1. Capitulo Unos (Generalidades).....	13
1.1 Antecedentes.....	13
1.2 Descripción del Proyecto.....	14
1.3 Importancia del Proyecto.....	15
1.4 Ubicación del Proyecto.....	16
2. Capitulo Dos (Marco teórico).....	20
2.1 Definición de Residuos Urbanos.....	20
2.2 Clasificación y origen de los Residuos Urbanos.....	20
2.3 Marco normativo de residuos urbanos.....	23
2.4 Residuos sólidos urbanos.....	26
2.4.1 Generación (Residuos sólidos urbanos).....	26
2.4.2 Composición (Residuos sólidos urbanos).....	29
2.4.3 características y propiedades (Residuos sólidos urbanos.....)	31
2.5 Lodos de Edar.....	35
2.5.1 Generación (Lodos de Edar).....	36
2.5.2 Propiedades (Lodos de Edar).....	36
3. Capitulo Tres (Recogida, transporte y transferencia de residuos).....	37
3.1 Sistemas de recogida de RSU.....	37
3.1.1 recogida selectiva.....	38
3.1.2 recogida no selectiva.....	41
3.1.3 puntos limpios.....	42
3.1.4 tipos de contenedores.....	43
3.1.5 aplicación en san pedro de Taboada.....	44
3.2 transporte de residuos.....	50
3.2.1 vehículos de carga lateral.....	51
3.2.2 vehículos de carga trasera.....	52
3.2.3 vehículos de carga frontal con grúa.....	54
3.2.4 aplicación en san pedro de Taboada.....	55

3.3 centros de transferencia.....	62
3.3.1 centro de clasificación.....	64
3.3.2 clasificación por tamaño.....	65
3.3.3 clasificación neumática.....	68
3.3.4 aplicación en san pedro de Taboada.....	68
3.4 tratamientos biológicos de los residuos sólidos urbanos.....	70
3.4.1 compostaje.....	71
3.4.2 digestión anaerobia.....	72
4. Capitulo Cuatro (Operaciones de Eliminación)	74
4.1 introducción (Operaciones de Eliminación).....	74
4.2 selección del emplazamiento.....	78
4.3 Explotación del vertedero.....	80
4.3.1 métodos de vertido.....	80
4.3.2 operaciones de explotación.....	82
4.4 gestión del gas del vertedero.....	84
4.4.1 generación del gas del vertedero	84
4.4.2 tipos de sistemas de captación.....	86
4.4.3 gestión del gas del vertedero.....	87
5. Capitulo Cinco (Conclusiones y Recomendaciones)	88
5.1 Conclusiones.....	88
5.2 Recomendaciones.....	90
5.3 Bibliografía	92
Anexo 1. Diagrama Centro de Clasificación.....	93
Anexo 2. Plano de recolección Ruta “A”.....	94
Anexo 3. Plano de recolección Ruta “B”	95

Índice de tablas

Tabla 1.4-1: Población y área provincia de Pichincha.....	17
Tabla 1.4-2: Área Cantón de Rumiñahui.....	19
Tabla 2.4-1: Generación de Residuos Sólidos Cantón Rumiñahui.....	28
Tabla 3.1.4-1: Tipo de contenedores.....	44
Tabla 3.1.5-1: Medias contendor tipo Eco-tacho.....	46
Tabla 3.2.4-1: Características Camión recolector.....	56
Tabla 3.2.4-2: Características Camión lava contenedores.....	60

Índice de gráficos

Grafico 1.4-1: Porcentaje área cantones de Pichincha.....	18
Grafico 1.4-2: Porcentaje población cantones de Pichincha.....	18
Grafico 1.4-3: Porcentaje área Cantón de Rumiñahui.....	19
Grafico 2.4-1: Generación de los Residuos Sólidos en el Mundo.....	27
Grafico 2.4-2: Generación de los Residuos Sólidos en el Cantón Rumiñahui.....	28

Índice de Figura

Figura 3.1.1-1: Recogida Selecta.....	39
Figura 3.1.4-1: Tipo de contenedor Eco-tacho.....	44
Figura 3.1.5-1: Medidas contenedor Eco-tacho.....	47
Figura 3.1.5-2: Uso del contenedor Eco-tacho.....	48
Figura 3.2-1: Vehículo recolector con carga lateral.....	51
Figura 3.2-2: Vehículo recolector con carga trasera.....	53
Figura 3.2-3: Vehículo recolector con carga frontal.....	54
Figura 3.2.4-1: camión compactador con caja desmontable.....	56
Figura 3.2.4-2: Dimensiones Camión Recolector compactador con caja desmontable.	57
Figura 3.2.4-3: Funcionamiento caja desmontable camión recolector.....	57
Figura 3.2.4-4: Sistema de lavado de contenedor.....	58
Figura 3.2.4-5: Camión lava contenedores carga lateral (LCL-163).....	59
Figura 3.2.4-6: Compartimiento para lavar los contenedores.....	60
Figura 3.2.4-7: Dimensiones Camión lava contenedores.....	61
Figura 3.3.1-1: Método de Transferencia.....	63
Figura 3.3.2-1: Clasificación por tamaño Triage manual.....	65
Figura 3.3.2-2: Clasificación por tamaño cibra vibratoria.	66
Figura 3.3.2-3: Clasificación por tamaño Tromel.....	67
Figura 3.3.4-1: Ruta Centro de Transferencia-Vertedero EL Inga.....	70
Figura 4.1-1: Características del diseño del vertedero.....	76
Figura 4.3.1-1: vertido en zanjas o celdas.....	81
Figura 4.3.1-2: Vertido en áreas.....	82

CAPITULO UNO

GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Al hablar sobre residuos sólidos conocemos que estos son todos los materiales considerados como desechos, que ya no tiene ninguna utilidad y que requiere ser eliminado. La basura es el producto de la actividad humana pues ésta la considera sin valor alguno. Estos residuos normalmente se los coloca en lugares previstos para la recolección, para ser llevado a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente, se usa ese término para denominar aquella fracción de residuos que no son aprovechables y que por lo tanto debería ser tratada y dispuesta lo que permitirá evitar problemas sanitarios o ambientales a corto o largo plazo.

Los residuos no aprovechables constituyen un problema para la gran mayoría de la sociedades, sobre todo para las grandes urbes así como para el conjunto poblacional del planeta, debido a la sobrepoblación, la actividad humana moderna que ha generado el consumismo han acrecentándose en gran escala la cantidad de basura que se genera. Lo anterior junto con el ineficiente manejo que se hace con dichos residuos ya sea quemas a cielo abierto o disposición en tiraderos o vertederos ineficientes, provoca problemas tales como la contaminación, lo cual acarrea problemas de salud y daño al ambiente, provocando en lo posterior conflictos sociales y políticos.

Por ser el Ecuador uno de los países de mayor crecimiento demográfico de la región, y es la provincia de pichincha quien más alto crecimiento posee. Al tener en la actualidad un conocimiento muy difundida de preservar el ambiente pero poco se ha llegado a practicarla. Preservar él mismo es una obligación general y de igual manera asegurar la vida en los próximos años. Este alto crecimiento población genera en los habitantes la búsqueda de un mejor habidad, y ha sido el Cantón Rumiñahui unos de los sectores de mayor preferencia por las condiciones especialmente climáticas, contribuyendo al incremento masivo de la

población, por lo que se utiliza mayor cantidad de recursos y residuos; los cuales solo poseen un proceso de recolección pero no son procesados adecuadamente, por lo que demuestra que los gobiernos seccionales no poseen una verdadera política de reciclaje y reutilización. Por este y otros motivos se hace necesario realizar estudios de gestión integral sobre los residuos sólidos que afecta a la región y al país.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Primero se comenzara con la obtención de datos del sector el numero de la población servicios básicos que cuenta la parroquia se continuara con el estudio de los residuos sólidos urbanos la definición, como se los clasifica y el origen de los mismo se realizara un marco normativo en materia de gestión de residuos urbanos el cual cada vez es más exigente y restrictivo se tendrá en cuenta cada una de las leyes y normas. Es importante hacer un estudio de lodos de EDAR el cual se refiere a los residuos sólidos que resulta de la depuración de aguas residuales, estos lodos se puede reutilizar ya que tiene un gran potencial para la fertilización de suelos agrícolas y a su vez puede poseer concentraciones elevadas de metales pesados.

Se realizara un estudio de sistemas de recogida de RSU ya que se la puede realizar como recogida no selectiva, recogida selectiva en la primera los residuos se depositan mezclados en los contenedores sin ser separados mientras que la segunda se realiza una recolección por separación comenzando desde el domicilio siendo las personas los encargados de la clasificación. Para la recolección se utiliza dos tipos de vehículos de carga los de carga trasera y de carga lateral, una vez en el estadio de transferencia se procede a clasificar los residuos por tamaño, se separa neumáticos y metales. En este momento es donde se procede a separar los materiales que se pueden reutilizar ya sea el vidrio el cual es reciclado al 100%, el papel y el cartón a diferencia del vidrio solo se recupera una pequeña parte. El plástico es un material especial ya que es el de mayor consumo mundial, también se reutiliza residuos de metal y aluminio. Las pilas tienen un trato especial ya que se convierten en contaminantes muy peligrosos. Se realizara un estudio del tratamiento biológico. Se hará un análisis al compostaje estudiando sus técnicas y sus características importantes.

Una parte importante de la gestión de residuos es el proceso de combustión, el contenido energético, donde uno de los tratamientos es la incineración donde estudiaremos sistemas de incineración, recuperación de energía y el tratamiento que se le da a los gases obtenidos a partir de la incineración esto se lo realiza por intermedio de chimeneas. Terminando con el proyecto haremos una investigación de costos de operación y mantenimiento, inversiones necesarias, pago por el servicio de gestión y presupuesto completo, finalizando haremos un énfasis en las obligaciones de los productores de residuos y de los gestores y las normas de almacenamiento temporal de los residuos.

1.3 IMPORTANCIA DEL PROYECTO

La inadecuada gestión de los residuos ha producido impactos notables muy graves en el medio ambiente y este provocando la contaminación del agua, suelo y el aire, contribuyendo al calentamiento global lo cual produce el cambio climático que afecta al ecosistema. Por lo cual nos indica que se debe crear verdaderas políticas si queremos en el futuro un planeta verde libre de contaminación que sea la verdadera morada para las generaciones venideras.

La producción de los desechos está condicionada a factores demográficos y económicos que son las características socio económicas de los hábitos de la población, conocer la composición y la tasa de generación, este conocimiento nos resulta fundamental para saber diseñar y operar un buen sistema de gestión, lo que nos permitirá crear verdaderas políticas que frenen el imparable volumen de los residuos.

La importancia de una buena gestión sobre los residuos sólidos se halla enmarcada en el manejo integral de la basura constituyéndose en el elemento central la recolección de la misma lo cual determinará un óptimo tratamiento, y tener conocimiento de que los residuos deben ser separados según: su tipo, manejo de transporte, manejo y su posible reutilización.

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El cantón de Rumiñahui es considerado uno de los cantones con mayor desarrollo en el país y uno de mayor atractivo por su riqueza en cuanto a flora y fauna a nivel nacional y mundial, esta ciudad esta ubicada a aproximadamente una hora de Quito, ciudad con la que mantiene vínculos geográficos, históricos y poblacionales. La población de la ciudad es de 85.852 que en realidad es la población total del cantón Rumiñahui donde es cabecera cantonal y donde abarca una superficie totalizada en 139 km². Siendo así la decimo séptima ciudad más poblada del país.

El Cantón Rumiñahui tiene una extensión de 139 km², lo que lo convierte en uno de los cantones más pequeños de la República del Ecuador cuenta con tres parroquia urbana que son: Sangolqui, San Rafael y San Pedro de Taboada, y dos rurales: Cotogchoa y Rumipanma.

La ciudad se encuentra ubicada sobre el valle de Los Chillos, que forma parte de la Hoya de Guayllabamba, a una altitud promedio de 2500 msnm. A Sangolquí se accede por la "Autopista General Rumiñahui", desde Quito y San Rafael. San Pedro de Taboada se esta ubicado a 10 minutos del triangulo y es accesible por vías de primer orden. San Pedro cuenta con todos los servicios básicos de una ciudad agua potable, servicio de alcantarillado, luz eléctrica entre otros. Los pobladores de este lugar basan su economía en la agricultura, el turismo y las actividades laborales que en su mayoría la desarrollan en quito.

La mayoría de habitantes pertenece a un estrato popular, con un importante componente mestizo e indígena. También se puede encontrar gente de clase media alta y alta. Por su condiciones climáticas y geográficas a echo de San Pedro de Taboada un lugar en el cual las personas quieren vivir y esto se ve demostrado ya que en los últimos años se ha poblado y se esta invirtiendo en conjuntos residenciales de gran nivel.

El clima del sector es muy agradable, la temperatura promedio es de 16 grados llegando en días soleados a 23 grados y en la noche puede tomar una temperatura de 8 grados siendo

esta la temperatura más baja registrada en la zona. El clima es uno de los principales recursos naturales de la zona. El sector tiene una precipitación anual de 1000mm³, siendo los meses de abril y octubre los de mayor concentración de lluvia convirtiendo a la zona en un lugar muy fértil y con un verde natural. La zona se ve afectada por dos estaciones verano e invierno característico del país, los meses de junio a septiembre se caracteriza por una sequia algo prolongada y por fuertes vientos. La estación seca aumenta la temperatura y la lluvia aumenta la humedad.

En cuanto a la hidrografía el canto se encuentra bañado por algunos ríos y quebradas donde tenemos las más importantes: El rio San Pedro, Rio pita, Rio Santa Clara.

El cantón ocupa gran parte del valle de los chillos, esta rodeado de regiones naturales como al norte el cerro Ilalo; al sur las laderas y estribaciones del Pasocha y Sincholagua; los declives exteriores de la cordillera occidental, al este; y los declives exteriores de la cordillera occidental, además de la cadena montañosa de Puengasi que separa a Quito del Valle de los Chillos, al oeste.

El terreno del Cantón Rumiñahui es relativamente plano con ligeras ondulaciones, esta ha una altura promedio de 2.500 mts. , sobre el nivel del mar, dentro del Valle de los Chillos

Tabla 1.4-1: Población y área provincia de Pichincha.

CANTONES	HOMBRES	MUJERES	TOTAL	AREA (Km2)	%
CAYAMBE	41967	43828	85795	1189	12,57%
MEJIA	39783	41552	81335	1476	15,60%
P. MONCAYO	16311	16861	33172	332	3,51%
P.V.MALDONADO	6735	6189	12924	620	6,55%
P.QUITO	10774	9671	20445	683	7,22%
QUITO	1088811	1150380	2239191	4183	44,21%
RUMIÑAHUI	41917	43935	85852	139	1,47%
LOS BANCOS	9413	8160	17573	839	8,87%

PICHINCHA	1255711	1320576	2576287	13350	100,00%
-----------	---------	---------	---------	-------	---------

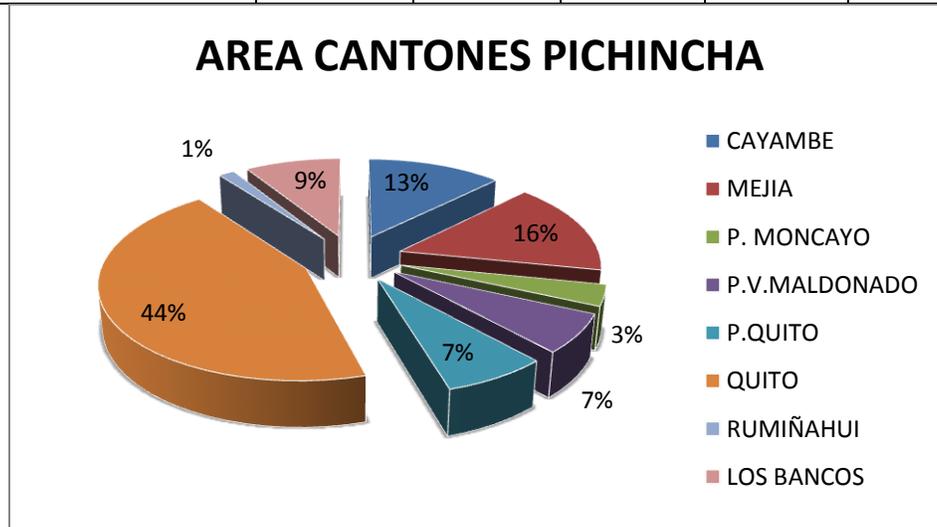


Grafico 1.4-1: Porcentaje área cantones de Pichincha

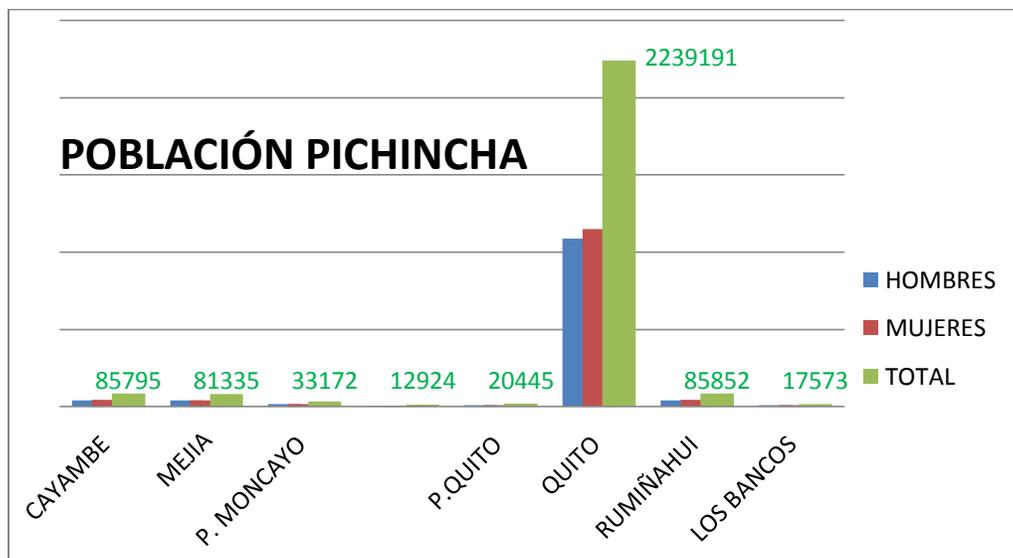


Grafico 1.4-2: Porcentaje población cantones de Pichincha

Como podemos ver en las graficas en cantón de Rumiñahui en el más pequeño de la provincia de pichincha con 139Km^2 pero es el segundo cantón mas poblado después del cantón Quito, esto hace que sea uno de los cantones con mayor número de generación de basura después de quito.

En el Cantón Rumiñahui el suelo es fértil y de una gran variedad, posibilitando la siembra de varios productos como: arveja, frejol, cebada, habas, maíz, papas, trigo, algunos frutos

como guabo, tomate y limón, entre otros. Esto nos permite el cultivo de todos los productos del callejón Interandino

Tabla 1.4-2: Área Cantón de Rumiñahui.

PROVINCIA DE PICHINCHA	AREA (Km2)	%	ALTURA (m.s.n.m)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL °C
AREA TOTAL	13350	100%	-	-
PROVINCIA Km2.				
AREA TOTAL	139	1,47%	MIN. 2500	16°C
CANTONAL Km2.			MAX. 4610	
CIUDAD DE SANGOLQUÍ	49,61	36,98%	2519,01	16°C
SAN RAFAÉL (P. URBANA)	2,2509	1,67%	2509	20°C
SAN PEDRO DE TABOADA (P.URBANA)	5,7421	3,87%	2515	17°C
COTOGCHOA	38,078	26,68%	2900	14°C
RUMIPAMBA	43,319	30,80%	3400	12°C

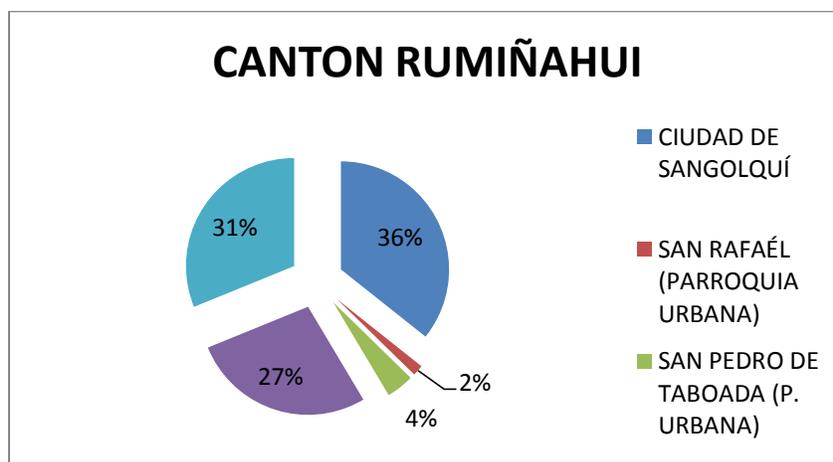


Grafico 1.4-3: Porcentaje área Cantón de Rumiñahui

CAPITULO 2

2. MARCO TEORICO

2.1. DEFINICIÓN DE RESIDUOS URBANOS

Un residuo tal y como se lo define es cualquier sustancia u objeto sin valor al cual su tenencia se desprende o tiene la intención de desprenderse.

Se considera residuo a cualquier material desechado, rechazado, abandonado, indeseado o excedente, tanto si se tiene o no intención de venderlo, reciclarlo, reprocesarlo, recuperarlo o tratarlo mediante un proceso de separación y reciclado.

Los residuos urbanos en si lo constituyen: la basura producida diariamente en nuestros hogares, locales comerciales, oficinas, mercados, calles, avenidas, etc. Las fábricas también producen algunos RSU, en particular son las oficinas, almacenes o comedores los que más elaboran esta clase de residuos (papel, cartón, envases y restos alimenticios)

La elevada generación de residuos constituye un problema ambiental grave en las sociedades modernas, de ahí la necesidad de una política en materia de residuos que ayude a su identificación y clasificación. La inadecuada gestión de los residuos produce impactos notables en los medios receptores y puede provocar contaminación tanto en el agua, suelo, o en el aire, lo cual contribuye para el cambio climático y afectar a los ecosistemas y a la salud humana.

Sin embargo, cuando los residuos se gestionan de forma adecuada se convierten en recursos, contribuyendo al ahorro de materias primas, a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo sostenible.

2.2. CLASIFICACIÓN Y ORIGEN DE LOS RESIDUOS URBANOS

La clasificación de los RSU puede hacerse según distintos criterios:

- Fuente de producción.
- Tipo de materiales, y
- Posibilidades de tratamiento.

Pero resulta importante advertir que no existe una clasificación única de residuos sino que se contemplan diversas formas de catalogarlos, siendo todas las anteriores válidas, independientemente de la fuente. Comúnmente la clasificación podría basarse en el origen de la generación del residuo, distinguiendo pues entre residuos urbanos: los industriales, clínicos, nucleares, mineros, etc. Especial interés merecen los clasificados como residuos peligrosos por su potencial de riesgo.

RESIDUOS PELIGROSOS

- **Explosivos.-** se designa a sustancias y preparados que puedan explotar bajo el efecto de la llama o que son más sensibles a los choques o las fricciones que el de nitrobenzeno.
- **Comburente.-** se designa a sustancias y preparados que presentan reacciones altamente exotérmicas al entrar en contacto con otras sustancias, en particular sustancias inflamables.
- **Inflamable.-** Se designa a sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación superior o igual a 21° C, e inferior o igual a 55° C.
- **Irritante.-** Se designa a sustancias y preparados no corrosivos que puedan causar reacción inflamatoria por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o las mucosas.
- **Nocivo.-** Se aplica a sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar riesgos de gravedad limitada para la salud.

- **Fácilmente inflamable.-** Se aplica a sustancias y preparados líquidos que tengan un punto de inflamación inferior a 21° C; a sustancias y preparados que puedan calentarse y finalmente inflamarse en contacto con el aire a temperatura ambiente sin aplicación de energía; a sustancias y preparados sólidos que puedan inflamarse fácilmente tras un breve contacto con una fuente de ignición y que continúen ardiendo o consumiéndose después del alejamiento de la fuente de ignición; a sustancias y preparados gaseosos que sean inflamables en el aire o a presión normal; al igual que sustancias y preparados que, en contacto con agua o aire húmedo, emitan gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas.
- **Tóxico.-** Se designa a sustancias y preparados (incluidos los preparados y sustancias muy tóxicos) que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan entrañar graves riesgos, agudos o crónicos e incluso la muerte. Además, sustancias o preparados que emitan gases tóxicos o muy tóxicos al entrar en contacto con el aire, con el agua o con un ácido.
- **Carcinógeno.-** Se designa a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir cáncer o aumentar su frecuencia.
- **Corrosivo.-** Se designa a sustancias y preparados que puedan destruir tejidos vivos al entrar en contacto con ellos.
- **Infecioso.-** Se designa a sustancias que contengan microorganismos viables, o sus toxinas, de los que se sabe o existen razones fundadas para creer que causan enfermedades en el ser humano o en otros organismos vivos.
- **Toxico para reproducción.-** Se designa a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir malformaciones congénitas no hereditarias o aumentar su frecuencia.

- **Muta génico.-** Se designa a sustancias o preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea puedan producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.
- **Peligro para el medio ambiente.-** Se designa a sustancias y preparados que presentan o puedan presentar riesgos inmediatos o diferidos para el medio ambiente.

2.3. MARCO NORMATIVO DE RESIDUOS URBANOS

La presente norma técnica fue dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional. Esta norma establece los criterios para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, desde su generación hasta su disposición final.

De las responsabilidades en el manejo de los desechos sólidos.-

“El manejo de los desechos sólidos en todo el país será responsabilidad de las municipalidades, de acuerdo a la Ley de Régimen Municipal y el Código de Salud”.

Las municipalidades o personas responsables del servicio de aseo, de conformidad con las normas administrativas correspondientes podrán contratar o conceder a otras entidades las actividades de servicio. **(Ambiente, 2012)**

La contratación o prestación del servicio al que hace referencia este artículo, no libera a las municipalidades de su responsabilidad y por lo mismo, deberán ejercer severo control de las actividades propias del citado manejo.

Normas generales para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos

Los desechos sólidos de acuerdo a su origen se clasifican:

- a) Desecho sólido domiciliario.

- b) Desecho sólido comercial.
- c) Desecho sólido de demolición.
- d) Desecho sólido del barrido de calles.
- e) Desecho sólido de la limpieza de parques y jardines.
- f) Desecho sólido hospitalario.
- g) Desecho sólido institucional.
- h) Desecho sólido industrial.
- i) Desecho sólido especial.

El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende las siguientes actividades:

- j) Almacenamiento.
- k) Entrega.
- l) Barrido y limpieza de vías y áreas públicas.
- m) Recolección y transporte.
- n) Transferencia.
- o) Tratamiento.
- p) Disposición final.
- q) Recuperación.

El manejo de desechos sólidos no peligrosos comprende además las siguientes actividades: Para efectos de esta normativa, el servicio de manejo de desechos sólidos no peligrosos, se clasifica en dos modalidades: (Ambiente, 2012)

Servicio Ordinario: La prestación de este servicio tendrá como objetivo el manejo de las siguientes clases de desechos sólidos:

- a) Desechos sólidos domiciliarios.
- b) Desechos sólidos Comerciales.
- c) Desechos sólidos Institucionales.

- d) Desechos Industriales no peligrosos.
- e) Desechos sólidos no peligrosos provenientes de hospitales, sanatorios y laboratorios de análisis e investigación o patógenos.
- f) Desechos sólidos que se producen en la vía pública.
- g) Desechos sólidos no incluidos en el servicio especial.
- h) Desechos sólidos que por su naturaleza, composición, tamaño y volumen pueden ser incorporadas en su manejo por la entidad de aseo y a su juicio de acuerdo a su capacidad.

Servicio Especial: La prestación del servicio especial, tendrá como objetivo el manejo de los desechos especiales, entre los que se pueden mencionar:

- a) Los animales muertos, cuyo peso exceda de 40 kilos.
- b) El estiércol producido en mataderos, cuarteles, parques y otros establecimientos.
- c) Restos de chatarras, metales, vidrios, muebles y enseres domésticos.
- d) Restos de poda de jardines y árboles demasiados grandes y que no pueden ser manejados por los carros recolectores de desechos sólidos.
- e) Materiales de demolición y tierras de arrojado clandestino que no puedan recolectarse mediante un sistema ordinario de recolección.

Las entidades encargadas del servicio de aseo deberán tener un programa para el manejo de los desechos sólidos no peligrosos, que cumplirá con las necesidades del servicio de aseo y que incluya, entre otros, los siguientes aspectos:

- a) Establecimiento de rutas y horarios para recolección de desechos sólidos, que serán dados a conocer a los usuarios.
- b) Mantenimiento de los vehículos y equipos auxiliares destinados al servicio de aseo.
- c) Entrenamiento del personal comprometido en actividades de manejo de desechos sólidos en lo que respecta a la prestación del servicio de aseo y a las medidas de seguridad que deben observar.
- d) Actividades a desarrollar en eventos de fallas ocurridas por cualquier circunstancia,

que impida la prestación del servicio de aseo.

- e) Mecanismos de información y educación a los usuarios del servicio, acerca de la entrega de los desechos sólidos en cuanto a ubicación, tamaño o capacidad del recipiente y otros aspectos relacionados con la correcta prestación del servicio.

2.4 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

Los residuos sólidos urbanos son aquellos que se generan en los espacios urbanizados como consecuencia de las actividades de consumo y gestión de actividades domésticas, los residuos están formados por un grupo de materiales de muy distinto origen. Su producción y caracterización viene condicionada por factores demográficos y económicos; tales como las características socioeconómicas del país, los hábitos de la población o las variaciones estacionales. Por ello el conocer la composición y la tasa de generación resulta fundamental para el diseño y operación de los sistemas de gestión.

2.4.1 Generación

Una de la más importante prioridad a la que deben atender cualquier política de gestión de residuos es detener el imparable aumento en el volumen de generación de RSU, La generación de residuos es una consecuencia directa de cualquier tipo de actividad desarrollada por la humanidad. Hace años un gran porcentaje de los residuos eran reutilizados en muy diversos usos, pero hoy en día nos encontramos en una sociedad de consumo que genera gran cantidad y variedad de residuos procedentes de un amplio grupo de actividades.

En los hogares, oficinas, mercados, industrias, hospitales, etc. se producen residuos que es preciso recoger, tratar y eliminar adecuadamente.

La relación de producción de residuos por habitante y día se entiende por la cantidad de residuos correspondiente a cada habitante de un núcleo urbano procedente del reparto del total de los residuos sólidos generados entre toda la población existente.

La relación de producción de residuos de una población responden a varios parámetros; nivel socioeconómico, tamaño de la población, época del año, etc.

En la actualidad, se estima la producción media de R.S.U. en España en algo más de 1,2 Kg/día. En comparación, países del norte de Europa, alcanzan tasas de 1,5 a 2,5 Kg/día, en Estados Unidos se alcanzan los 2 Kg/día, destacando las grandes ciudades con cerca de 3 Kg/día, mientras que, en zonas de América del Sur, oscilan entre 0,4 y 0,8 Kg/día. (Statistics, 2012)

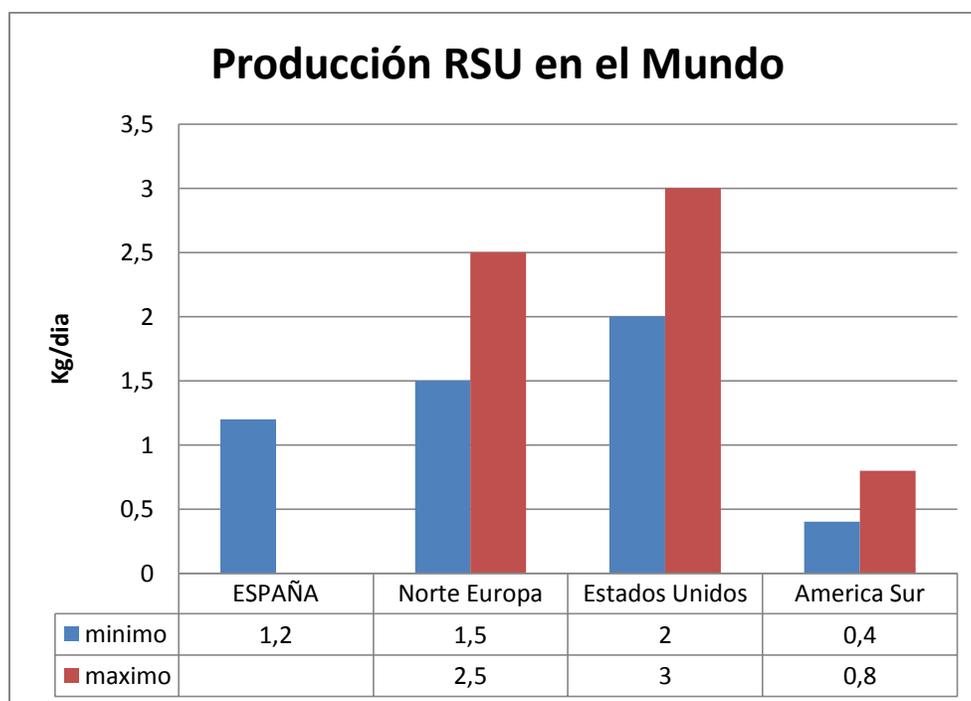


Grafico 2.4-1: Generación de los Residuos Sólidos en el Mundo

El manejo de los residuos solidos esta encargada por le empresa pública Municipal de residuos “RUMIÑAHUI-ASEO, EPM”

La empresa de Pública de Residuos “Rumiñahui-Aseo, EPM” se encarga de la gestión integral de los residuos solidos domésticos o asimilables.

Según datos obtenidos en el informe de labores de la Alcandía del Canto Rumiñahui a Diciembre del 2012 se obtuvo los siguientes datos de generación de basura (Rumiñahui,

2012).

Tabla 2.4-1: Generación de Residuos Sólidos Cantón Rumiñahui

Producción RSU Cantón Rumiñahui					
		dic-09	dic-10	dic-11	dic-12
NUMERO	CONTENEDORES	103	465	566	664
TONELADAS	GENERADAS	2094,47	2223,6	2573,28	2687
TONELADAS	CONTENERIZADAS	364,83	1197,06	1851,04	2121,27

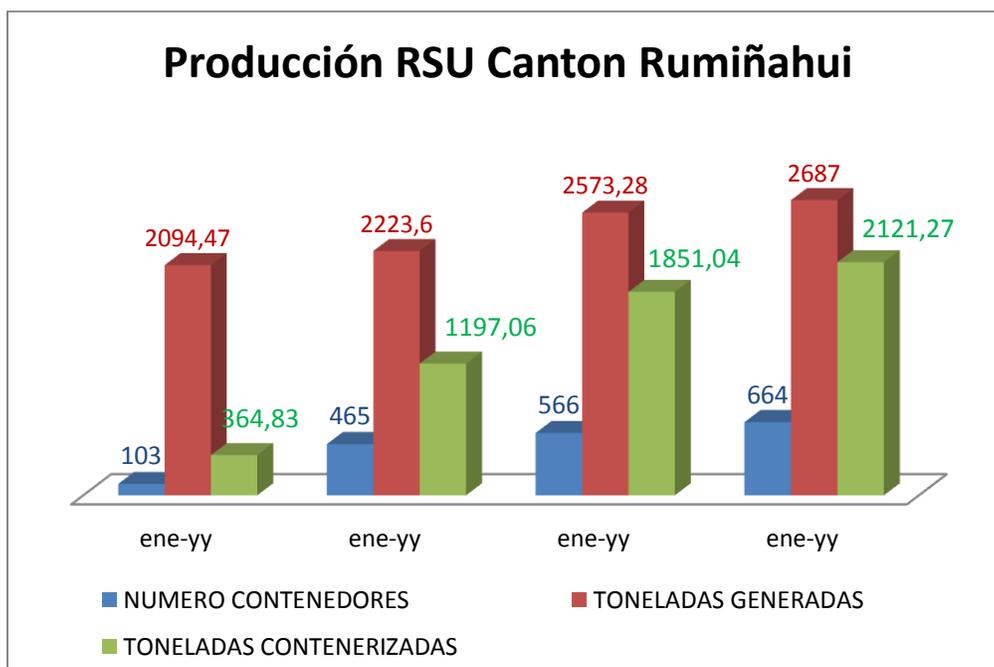


Grafico 2.4-2: Generación de los Residuos Sólidos en el Cantón Rumiñahui

La recolección de basura y datos se las recolectaron en las rutas Centro, San Rafael, Santa Rosa, San Pedro de Taboada, Selva alegre, los Chillos, Cashapamba, La colina, Inchalillo, Fajardo, Rumiloma, Capelo.

Un dato importante es el precio del transporte de los residuos el cual se ajusta a la tarifa de transporte por tonelada de residuos al relleno sanitario de El Inga el cual varía de un promedio de USD. 6,47 por tonelada a USD. 5,00 por tonelada.

Esto mejoraría si con un manejo óptimo de los residuos realizando una separación de los residuos según su tipo.

2.4.2 COMPOSICIÓN

Hablar de la composición de los RSU es sinónimo de describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos y su distribución relativa, expresada en porcentaje en peso. Esta información resulta fundamental para el diseño de los programas y equipos de gestión.

Aunque existen distintas clasificaciones, los componentes principales que se distinguen en una corriente de RSU son materia orgánica, papel y cartón, plásticos, vidrios, metales, madera, textiles, gomas y cauchos, pilas y baterías, y otros. El origen de cada una de las fracciones se detalla a continuación:

➤ Materia orgánica.

Engloba al conjunto de materiales biodegradables de fácil descomposición:

- Restos de comida.
- Restos de poda y jardines.
- Restos animales, etc.

➤ Papel y cartón.

Aunque existen numerosas clasificaciones para los derivados celulósicos, en la bolsa de RSU se distingue entre otros:

- Papel de periódico usado
- Papel de alta calidad o papel de oficina

- Cartón ondulado, del empaquetamiento en bruto
- Papel mezclado: revistas, papel coloreado, recortes

➤ **Plásticos.**

Los materiales plásticos encontrados en los RSU se dividen en 7 categorías:

- Polietileno tereftalato (PET): botellas de bebidas, envases de alimentos, películas fotográficas.
- Polietileno de alta densidad (HDPE): bidones de leche, contenedores de productos de limpieza.
- Polietileno de baja densidad (LDPE): envases y embalajes de película fina, bolsas de limpieza.
- Polipropileno (PP): cierres y sellos de envases, cajas de materiales y alimentos.
- Poliestireno (PS): envases para componentes electrónicos y eléctricos, envases de comida.
- Policloruro de vinilo (PVC): envases de cosméticos y fármacos, restos de mobiliario y construcción.
- Plásticos mezclados.

➤ **Vidrio.**

Se distingue entre vidrio de botellas y envases, vidrio plano, vidrio prensado y Vidrio coloreado

➤ **Metales.**

Existen dos grandes grupos. Los materiales férricos provenientes de restos de acero, hojalata, bienes de línea blanca. Y los materiales no férricos como latas de aluminio, cobre, plomo.

➤ **Madera.**

Materiales para empaquetamiento, paletas, restos de construcción, restos de poda y aserrín.

➤ **Textiles.**

Restos de vestimentas, lienzos.

➤ **Gomas y cauchos.**

Diversos productos con estos componentes:

- Aislantes.
- Neumáticos.
- Zapatos.

➤ **Pilas y baterías.**

Pilas de consumo doméstico, baterías de equipos electrónicos.

➤ **Otros.**

Bajo este término se engloba un conjunto de materiales inertes que se encuentran en muy baja proporción y con muy variado origen: cenizas, piedras, restos cerámicos, etc.

2.4.3 CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES

El conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los RSU resulta fundamental para diseñar los sistemas integrados de gestión de residuos.

➤ **Propiedades físicas**

Las principales propiedades físicas de los residuos son: peso específico, humedad, tamaño y distribución de partículas, capacidad de campo y permeabilidad del residuo compactado.

- **Peso específico**

Se define como el peso por unidad de volumen. El peso específico de un residuo doméstico compactado en un camión de recogida puede oscilar entre 180 y 450 kg/m³.

- **Humedad**

La humedad de los residuos puede expresarse en peso de agua por peso de residuo húmedo o en peso de agua por peso de residuo seco. Siendo más empleada la humedad en peso húmedo debido a su gran variabilidad; por ejemplo, 6% para el papel y hasta el 70% en los restos de comida.

En forma de ecuación, la humedad en peso húmedo en tanto por cien se expresa como:

$$H = \left(\frac{M-m}{M} \right) \cdot 100 \quad (1,1)$$

Donde:

H: contenido de humedad, %

M: peso inicial de la muestra, kg

m: peso de la muestra después de secado hasta peso constante a 105° C, kg

- **Tamaño y distribución de las partículas**

Es una propiedad importante con vistas a la recuperación de componentes de los residuos especialmente por medios mecánicos como trómeles y separadores magnéticos.

El tamaño medio de las partículas de los residuos domésticos suele variar entre 1 y 45 cm.

- **Capacidad de campo**

La capacidad de campo de un residuo es la humedad que puede quedar retenida en una muestra de residuo sujeta a la acción de la gravedad. Es una propiedad que informa sobre la formación de lixiviados en los vertederos. El valor habitual en residuos municipales que engloben domésticos y comerciales suele ser de entre 50 y 60% en volumen.

- **Porosidad del residuo compactado**

La porosidad o volumen de poros presentes en un volumen determinado de material facilita el movimiento de fluidos (líquidos y gases) en éstos. A su vez, la permeabilidad depende de la porosidad, superficie específica, tamaño y distribución de los poros.

La permeabilidad indica la facilidad de un material para ser atravesado por un fluido bajo un gradiente de presión.

El coeficiente de permeabilidad se expresa normalmente mediante la ecuación:

$$K = Cd^2 \left(\frac{\gamma}{\mu} \right) = K \left(\frac{\gamma}{\mu} \right) \quad (1,2)$$

Donde:

K: coeficiente de permeabilidad, en m/s

C: factor de forma, constante adimensional

d: tamaño medio de poros, en m

γ : peso específico del agua, en kg/m³

μ : viscosidad dinámica o absoluta del agua, en kg·s/m²

k: permeabilidad intrínseca, en m²

El término Cd^2 se conoce como permeabilidad intrínseca cuyos valores típicos para Residuos sólidos compactados en vertederos es de 10⁻¹¹ a 10⁻¹² m² en dirección vertical y 10⁻¹⁰ m² en dirección horizontal.

La conductividad hidráulica de los residuos compactados gobierna el movimiento de fluidos en el residuo de un vertedero. Su expresión responde a la ecuación de Darcy:

$$q = KiA \quad (1,3)$$

Donde:

q: conductividad hidráulica, en m³/s

K: coeficiente de permeabilidad, en m/s

i: gradiente hidráulico, en m/m

A: sección transversal, en m²

➤ **Propiedades químicas**

Las propiedades químicas son importantes para evaluar las alternativas de tratamiento.

Las más interesantes son: composición, punto de fusión de las cenizas, análisis elemental de los principales componentes y poder calorífico.

- **Composición**

La determinación de la composición generalmente incluye la determinación de la humedad, materia orgánica, carbono fijo y materia inorgánica (cenizas).

- **Punto de fusión de las cenizas**

Se define como la temperatura a la que las cenizas resultantes de la combustión forman un sólido (clinker) por fusión y aglomeración. Suele estar entre 1.100 y 1.200° C.

- **Análisis elemental**

Generalmente, incluye la determinación de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y cenizas.

- **Poder calorífico**

El poder calorífico superior puede ser medido en una bomba calorimétrica o calculado a partir de la composición elemental. En el cálculo se utiliza la fórmula de Dulong:

$$Kcal/kg = 80,60 \times C + 339,1 \times \left(H - \frac{O}{8} \right) + 22,22 \times S + 5,56 \times N \quad (1,4)$$

Donde:

C, H, O, S y N: % de los elementos químicos carbono, hidrógeno, oxígeno, azufre y

Nitrógeno en el residuo

- **Nutrientes esenciales y otros elementos**

Cuando la fracción orgánica de los residuos se va a transformar biológicamente es muy importante conocer la concentración de nutrientes en el residuo y la presencia de elementos que pueden resultar tóxicos para los microorganismos responsables de las transformaciones biológicas.

- **Propiedades biológicas**

Probablemente, la propiedad biológica más importante de los RSU es que casi todos los componentes orgánicos pueden transformarse biológicamente en gases y en materiales sólidos inorgánicos y orgánicos, siendo estos últimos relativamente inertes.

La materia orgánica o volátil determinada por ignición a 550° C se usa, a menudo, como medida de la biodegradabilidad de un residuo. La velocidad a la que los diversos componentes de la materia orgánica (proteínas, lignocelulosa, lignina, carbohidratos solubles, hemicelulosa, celulosa, aceites y grasas) se degradan, varían ampliamente. A efectos prácticos, los principales componentes orgánicos de la basura se clasifican como de descomposición lenta o rápida.

2.5 LODOS DE EDAR

Los lodos de EDAR se refieren al residuo sólido que resulta de la depuración de aguas residuales. Su mayor producción se concentra en áreas de alta industrialización y en núcleos de población relativamente significativos. Por este motivo son considerados residuos urbanos ya que son resultado de la actividad urbana.

La reutilización de estos lodos es controvertida debido a que si bien tienen un gran potencial para la fertilización de suelos agrícolas, ya que son ricos en materia orgánica

como nitrógeno y fósforo, también pueden poseer concentraciones elevadas de metales pesados, compuestos orgánicos difícilmente degradables así como microorganismos patógenos.

2.5.1 GENERACIÓN

La cantidad de lodos producidos depende del diseño y la eficiencia del tratamiento de aguas residuales, así como de la carga original del efluente.

Los países con mayor desarrollo industrial poseen mayores índices de generación de lodos per cápita. En 2006, el Reino Unido encabezaba este ratio con 31,06 kg/hab, seguido de Austria, con 30,80 kg/hab, y Luxemburgo, con 28,96 kg/hab. Por el contrario, las menores cifras de generación y, consecuentemente, los países con menor grado de tratamiento de aguas residuales son Malta, con 0,68 kg/hab; Rumanía, con 4,62 kg/hab; y Bulgaria, con 4,92 kg/hab, cifras muy debajo de la media europea reportada. (Soliva, 2004)

2.5.2 PROPIEDADES

Los lodos originados en la depuración de aguas residuales son el resultado conjunto del tratamiento primario físico y químico, secundario biológico y terciario. La carga de sólidos de un lodo varía según el tipo de planta y su forma de operación. Con el objetivo de gestionar adecuadamente los lodos resulta fundamental conocer las características que el mismo posee.

La composición típica y las propiedades de lodos no tratados y digeridos se basa en el control de niveles de pH, alcalinidad y nutrientes son determinantes a la hora de elegir el tratamiento más adecuado para los lodos. Otro parámetro de control fundamental es el contenido en metales pesados. Debido a su bioacumulación y carácter ecotóxico, es necesario limitar el contenido de cinc, cobre, níquel, cadmio, plomo, mercurio y cromo.

CAPITULO TRES

3. RECOGIDA, TRANSPORTE Y TRANSFERENCIA DE RESIDUOS

3.1 SISTEMAS DE RECOGIDA DE RSU

Un sistema integral de gestión de residuos debe basarse en una jerarquía que fije un orden de preferencia entre las diversas alternativas técnicas de tratamiento entre las que se puede establecer la siguiente jerarquía donde se conforman por orden de interés decreciente: prevención, reutilización, reciclado, valorización y por último, vertido.

La recogida es el elemento central del sistema integrado ya que de la manera en la que los residuos sean recolectados y separados, dependerá el tratamiento aplicado y la calidad de los productos que se obtendrán en dichos tratamientos.

Una vez recolectados, tiene lugar el transporte de los residuos hasta las plantas de clasificación, a los centros de tratamiento o a evacuación final. De manera auxiliar, las estaciones de transferencia tienen por finalidad optimizar dicho transporte, posibilitando el trasvase de residuos desde los pequeños recolectores a camiones de gran capacidad.

Aunque debe comenzar en los hogares, la clasificación de los residuos se realiza adicionalmente en instalaciones complejas donde se emplean procedimientos manuales y/o mecánicos para separar las distintas corrientes de residuos para su posterior tratamiento.

La reutilización y el reciclaje de los componentes de interés contenidos en los flujos de residuos son elementos fundamentales en la cadena de gestión, reduciendo los consumos de materias primas y disminuyendo el impacto ambiental que supone el aumento en la generación de nuevos productos.

Los procesos biológicos, compostaje y digestión anaerobia, se emplean en el tratamiento de materia orgánica de los residuos. En ellos se genera compost y biogás, respectivamente. Por

su parte, los tratamientos térmicos, incineración principalmente, se emplean para aprovechar el contenido calorífico de los residuos, generando energía eléctrica y/o mecánica.

Para finalizar el ciclo se sigue con el vertido, procedimiento por el cual se depositan los rechazos del resto de tratamientos así como la materia que no ha sido reciclada, reutilizada o valorizada.

La recogida de los residuos urbanos consiste en su recolección para efectuar su traslado a las plantas de clasificación y/o tratamiento. Fundamentalmente existen dos modelos de recogida: no selectiva y selectiva.

En la no selecta los residuos se depositan mezclados en los contenedores, sin ningún tipo de separación. A diferencia de la selecta, la separación comienza en los propios domicilios, siendo los ciudadanos los encargados de clasificar los residuos según su tipo (separación en origen) y depositándolos separadamente en los contenedores correspondientes. Una subcategoría dentro de la recogida selectiva incluiría la gestión por medio de puntos limpios. (Ambiente, 2012)

3.1.1 RECOGIDA SELECTIVA

Se entiende por sistema de recogida selectiva aquel que permite la distinción entre materiales orgánicos fermentables y materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.

Desde la entrada en vigor de la Ley de envases, todos los envasadores tienen la obligación de poner en funcionamiento y financiar un sistema de recogida selectiva y reciclado de los envases que ponen en el mercado.

“La Ley de Fomento Ambiental y Optimización de los Ingresos del Estado, publicada en el

Suplemento del Registro Oficial No. 583, de 24 de noviembre de 2011, creó el Impuesto Redimible a las Botellas Plásticas no Retornables con la finalidad de disminuir la contaminación ambiental y estimular el proceso de reciclaje, estableciendo adicionalmente que las operaciones gravadas con dicho impuesto serán objeto de declaración dentro del mes subsiguiente al que se las efectuó.

“De conformidad con la referida norma, el hecho generador de este impuesto es embotellar bebidas en botellas plásticas no retornables, utilizadas para contener bebidas alcohólicas, no alcohólicas, gaseosas, no gaseosas y agua, o su desaduanización para el caso de productos importados, pudiendo el consumidor recuperar el valor pagado por concepto de este impuesto”. (SRI, 2011)

El llamado impuesto verde Impuesto a las botellas de plástico no retornables, se basa en la recaudación de 2 centavos de dólar por cada botella de plástico no retornable que se comercialice en el país, y va dirigido a cualquier persona que quiera adquirir una bebida que se contenga en un recipiente de plástica la persona pagara dos centavos extras al valor de la bebida los mismos que serán devueltos el momento de regresar el envase de plástico, esta sería una buena forma de reciclaje y separación de productos de plástico pero en el país es muy poco practicada la devolución de los envases.



FIGURA 3.1.1-1: Recogida Selecta.

Mediante la recogida selectiva se consigue la óptima distribución de los residuos a los tratamientos en función de su tipo, incrementa la recuperación y reciclaje de materiales, añadiendo valor a los residuos, facilita el manejo de los residuos en las plantas de clasificación y, además, reduce la materia enviada a vertedero. Sin embargo, para su correcta gestión se necesita la implicación y concienciación ciudadana.

En la recogida neumática los residuos, separados en fracciones por los usuarios, son conducidos a través de una intrincada red de tuberías subterráneas desde unos buzones situados en la calle o en compuertas de vertido en el interior de los edificios hasta una estación central de recogida. Allí son almacenados en contenedores cerrados para su posterior envío a las plantas de separación y tratamiento.

Los sistemas de recogida neumática son muy atractivos en espacios urbanos antiguos ya que poseen una buena adaptación con el entorno, eliminan la presencia de contenedores, olores y trasiego de vehículos, permiten la deposición sin límite horario todos los días del año y fomentan la recogida selectiva y el uso racional del sistema.

Sin embargo, poseen altos costes de inversión y operación (debido al elevado consumo energético), requieren un sistema de recogida alternativo en caso de avería y exigen un alto grado de concienciación ciudadana.

El principio de operación es la fuerza de arrastre que reciben los residuos al ser sometidos al paso de una corriente de aire, que es generada por ventiladores especiales dispuestos en la planta de recogida. La depresión originada establece una corriente de aire entre los conductos receptores y los ventiladores. Cuando los sensores de nivel de los que están dotados los conductos de vertido avisan de su llenado, un sistema de ventilación se pone en funcionamiento, creando una corriente de aire. Primero, se abre la válvula de aire para introducir el aire de transporte en la red a una velocidad de 60-90 km/h.

A continuación se abren de una en una las válvulas de almacenamiento temporal situadas debajo de cada punto de vertido. Los residuos caen por gravedad en la tubería de transporte

y son aspiradas hasta la central. La duración de la recogida varía entre 15 y 20 minutos, para sistemas pequeños, y entre 30 y 60 minutos en sistemas grandes. Entre los ciclos de recogida el sistema está parado. Sin embargo, se puede seguir depositando los residuos en los puntos de vertido.

Al llegar a la central de recogida, los residuos, dependiendo de su fracción, son conducidos hacia la zona de compactación de la misma fracción. Allí se separan del aire de transporte mediante un ciclón y se depositan en una prensa que los compacta en un gran contenedor hermético. Cuando se llena este contenedor se transporta a la planta de tratamiento pertinente.

Previa liberación a la atmósfera, el aire de conducción ha de ser tratado para eliminar las posibles impurezas que contenga. El sistema típico consiste en un lavador con agua para decantar partículas y posterior paso por un biofiltro. También hay sistemas de adsorción con carbón activo. (Tchobanoglous, 1994)

3.1.2 RECOGIDA NO SELECTIVA

La recogida no selectiva incrementa los costes de separación en las plantas de clasificación, requiriendo mayor cantidad de mano de obra y obteniendo menores rendimientos. Dificulta la operación normal de los equipos mecánicos, diseñados para una determinada corriente de residuos y no para mezclas. Consecuentemente, la distribución de los residuos en los tratamientos adecuados es deficiente como también lo es la calidad de los productos obtenidos. Además, propicia la deposición en vertedero de gran cantidad de materia orgánica.

Pese a los esfuerzos de las administraciones por impulsar el sistema de recogida selectiva, en 2008 se recogieron mezclados el 83% de los RSU, pese a que estos modelos de recolección debieran limitarse a pequeños núcleos urbanos o zonas alejadas. Esta cifra no es sinónimo de que la cobertura e infraestructura de la recogida selectiva sea insuficiente o no esté implantada, sino que no se realizó la separación en origen, poniendo de manifiesto la necesidad de implicación social para que estos mecanismos funcionen correctamente.

3.1.3 PUNTOS LIMPIOS

Los puntos limpios o eco parques son instalaciones donde se reciben, previamente seleccionados, ciertos residuos domésticos de los cuáles no existen contenedores de recogida selectiva específicos en la vía pública.

A través de estos centros de gestión es posible aprovechar los materiales contenidos en los residuos que son susceptibles de reciclaje, separar los residuos peligrosos domésticos que representan un peligro para la salud humana y para el medio ambiente si son gestionados conjuntamente con los RSU, y evitar el vertido incontrolado de los residuos voluminosos que no pueden ser eliminados por los sistemas convencionales. (Tchobanoglous, 1994)

Para su correcto funcionamiento requieren de la implicación ciudadana, tanto por la clasificación en origen como por la necesidad de transporte de los residuos hasta estos puntos limpios.

Los productos más comunes que deben ser recogidos mediante la red de puntos limpios incluyen:

- Pilas, acumuladores y baterías de vehículos
- Productos químicos y disolventes y envases que hayan contenido productos peligrosos,
- Aceites de cocina y de motor
- Lámparas fluorescentes y halógenos
- Muebles y enseres, maderas y objetos voluminosos
- Electrodomésticos, equipos de refrigeración y material electrónico
- Escombros y chatarra metálica proveniente de pequeñas obras domésticas

Desde estos puntos limpios y por medio de los gestores pertinentes, los residuos se destinan a las instalaciones adecuadas para someterlos al tratamiento idóneo

En el Ecuador hay ciertas industrias que incentivan a los llamados puntos limpios ya sea para la recolección de pilas, campañas de empresas de bebidas para la recolección de botellas y también se ha visto empresas de telefonía celular que han promovido campañas para la recolección de celulares y partes de celulares dañinas para el ambiente, con esto se puede manejar de una mejor manera ciertos productor peligrosas para el ambiente.

3.1.4 TIPOS DE CONTENEDORES

Para ver que tipo de contenedor se va usar debemos de realizar un análisis al sistema de recogida que se va a emplear, la tipología urbanística, del tamaño poblacional y de la flexibilidad en la ubicación de los puntos de recogida.



FIGURA 3.1.4-1: Tipo de contenedor Eco-tacho

Cada uno de los tipos de contenedor existentes puede encontrarse en el mercado fabricado en diferentes materiales, con distintas prestaciones en cuanto a durabilidad, estética, capacidad de reparación y precio de adquisición.

Los materiales habitualmente utilizados para la fabricación de los contenedores para recogida son acero, plástico (polietileno) y fibra (poliéster reforzado con fibra de vidrio).

Tabla 3.1.4-1: Tipo de contenedores

TIPO DE CONTENEDOR	MATERIAL	CAPACIDAD (L)
Carga Lateral	Metalicos	2,400
		3,200
	Plasticos	2,400
		3,200
Carga Trasera	Plasticos	800
		1,000
		1,100

3.1.5 APLICACIÓN EN SAN PEDRO DE TABOADA

Para el sector de San Pedro de Taboada se tiene la necesidad de realiza la recolección selecta y no selecta.

Teniendo la necesidad y generando una política gestión de residuos se incorpora un sistema de separación de residuos, Al ser un sector de gran crecimiento y por contar con un gran número de urbanización se busca dentro de las urbanizaciones un manejo óptimo de los residuos sólidos es decir se está realizando una recolección selecta para los copropietarios de los conjuntos. En las entradas de cada conjunto se coloca contenedores de plástico de tipo carga trasera con diferentes colores y rótulos para poder separar los desechos por sus tipos. En estos tachos se tiene la separación de papel, plástico, desechos orgánicos, desechos inorgánicos y la recolección de cartones para su venta. Esta política se tiene que generalizar para toda la zona colocando contenedores de separación en zonas especiales ya sea en parque, plazas y con esto colaborar para el manejo de los residuos.

Los habitantes de la zona realizan una separación de los residuos desde sus hogares y lo

depositan en el tacho adecuado. Este tipo recolección requiere la intervención de un medio de transporte que lleve los residuos a nuestro centro de clasificación y transferencia. Para el transporte de este tipo de residuo no es necesaria la utilización de un camión especial si no de un tipo de transporte de carga que lleve las bolsas de cada contenedor al sitio destinado, estas bolsas tienen que tener un color distinto para un fácil reconocimiento.

El sector trabaja por medio de eco-tachos este es un tipo de recolección no selecta ya que en estos tachos se pone cualquier tipo de basura, estos tachos tienen la ventaja y facilidad de por medio de una palanca de pie se puede abrir el tacho accesible para cualquier persona.

Este tipo de sistema funciona si se tiene en el sector un centro de clasificación de los residuos, este centro sería de clasificación y transferencia de los residuos no reciclables al vertedero del Inga.

Para la recolección no selecta se usa el tipo de contenedor es conocido como contenedor tipo metálico modelo CMR (Eco-tacho) y es fabricado por la compañía "THEMAC (Tecnologías para el ambiente). Los contenedores multiusos CMR son fabricados con alta tecnología proyectados con atención a todas las peculiaridades del uso del Ecuador. (Themac, 2012)

El contenedor está fabricado con partes metálicas, galvanizados en caliente, estacionarios estancos, con pedal de apertura y cierre de tapas amortiguados para una mayor seguridad lo cual ofrece una eficiencia en el acopio de los residuos sólidos.

Para la fabricación del contenedor se han hecho estudios de las dimensiones y conjuntamente con los equipos de carga lateral, compactación y lava contenedores se ha perfeccionado el contenedor tipo para garantizar un perfecto funcionamiento en las operaciones de recolección y lavado.

El color de los contenedores puede variar dependiendo el solicitante y la zona donde se lo ubique. Para el sector de San Pedro de Taboada se usa el contenedor tipo CMR de color verde.

Características del contenedor tipo:

- La capacidad del contenedor puede ser de 2400 y 3200 litros.
- Tiene una vida útil de 10 años.
- Existen dos modelos el RSU- para residuos domiciliarios y el RD- con tapas para recolección diferenciada es decir recogida selectiva útil para reciclaje.
- A la elección del solicitante.

Medidas Principales

Tabla 3.1.5-1: Contendor tipo Eco-tacho

MEDIDAS	2400 lts	3200 lts
A	1290mm	1435mm
B	1650mm	1730mm
C	1190mm	1335mm
D	1200mm	1290mm
E	1880mm	1880mm
F	1760mm	1760mm
G	700mm	660mm
H	1900mm	1950mm
I	800mm	680mm

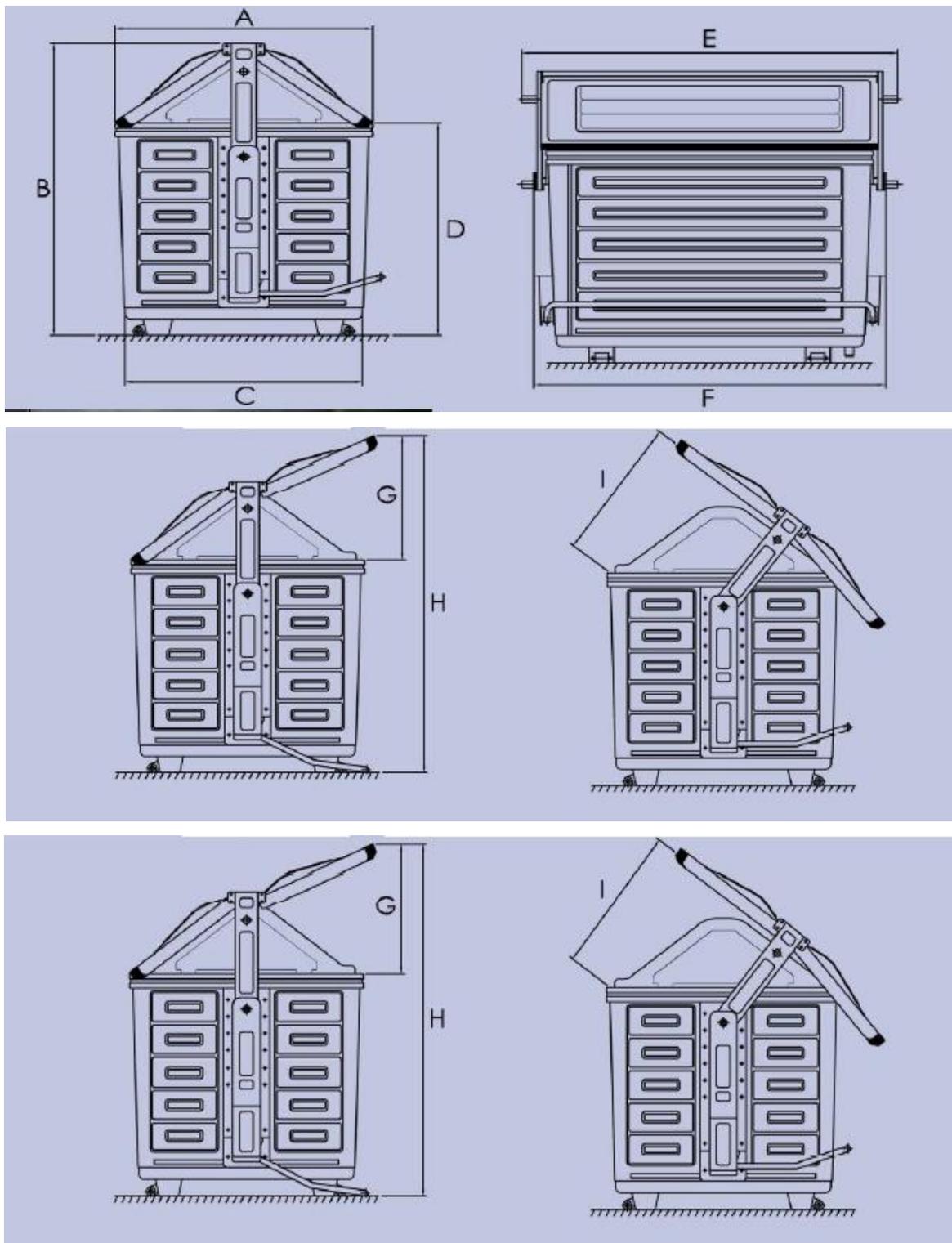


FIGURA 3.1.5-1: Medidas contenedor Eco-tacho

Uso de los contenedores



FIGURA 3.1.5-2: Uso del contenedor Eco-tacho (Emaseo, 2012)

- la colocación de basura se lo realiza en funda cerrada.
- Se lleva la funda de basura al contenedor y se pisa el pedal de apertura de tapa.
- Se deja la basura se retira el pie del pedal y la tapa baja progresivamente.

Se recomienda:

- No dejar la basura en el piso junto al contenedor.
- Si el contenedor esta lleno usar el contenedor más cercano.

- Se recomienda solo depositar residuos domésticos.
- Esta prohibido dejar muebles y objetos grandes en los contenedores.

El sistema tiene tres fases, la primera es la recolección del contenedor por el camión, esta diseñado en nuestro sector dos rutas de recolección la primera es la “ruta A” la cual se realiza la recolección los días lunes, miércoles y viernes, esta ruta se caracteriza por realizar la recolección paralela a la vía principal la Avenida Mariana de Jesús que cubre 25km aproximadamente y recoge la basura de 71 ECO-TACHOS y me tomo un tiempo de 60 minutos pero realizando los cálculos los camiones recolectores recorren 25km a una velocidad promedio de 20km/h y al saber que se demoran entre 1 a 2 minutos por contenedor que da un promedio de tiempo de contenedor de 1:30 minutos al sumar el número de contenedores de la ruta A y la distancia a la velocidad dada tenemos un tiempo promedio 181.5min aproximadamente 3 horas.

La “ruta B” esta se la realiza los días martes, jueves y sábado, esta ruta cubre el resto de la zona que no se toma en cuenta con la ruta A que son las calles secundarias y un promedio de 20km al igual que la ruta A el camión va a un promedio de 20km y mismo tiempo de recolección nos da un promedio de tiempo de 157.5min aproximadamente 2 horas 40 minutos. En la zona se colocó un total de 102 contenedores tipo eco-tacho que están distribuidos 71 en la ruta “A” y 65 en la ruta “B” teniendo la observación que 34 echo-tachos se recogen en las dos rutas estos tachos están ubicados en sitios específicos donde la afluencia de basura es alta.

Para el diseño de las rutas se realizo un recorrido en campo y levantamiento de información de la zona, se recorrió la zona de San Pedro de Taboada constatando la ubicación de los contenedores y constatando la dirección de las vías para el optimo trabajo de los camiones recolectores, para el diseño de las rutas se tomo en cuenta los obstáculos e imposibilidades de acceso en la operación del sistema que se maneja, con esto se tomo el siguiente criterio:

- Los contenedores deben estar ubicados en vías principales, fuera de pasajes sin

salida.

- El paso y operación del camión recolector o de lavado debe de contar los todas las facilidades de maniobrar.

Los contenedores una vez recolectados son ubicados en el mismo lugar, la ubicación y el número de contenedores se lo realiza dependiendo la demanda de uso y la cantidad de viviendas de cada manzana.

La segunda fase de este sistema es el lavado de contenedores la cual se lo realiza obligadamente dos veces al mes este proceso lo realiza un camión especial lava contenedores que se verá posteriormente. El camión lava-contenedores tiene la función de limpiar el contenedor para lo cual el camión recorre las Rutas dos veces por mes y lo realiza minutos después del camión recolector esto se lo hace para que los contenedores se encuentren vacíos. El tiempo que toma al camión lavar el contenedor puede varias de 1.30 a 3 minutos desde que el camión se detiene junto al contenedor hasta que sigue su camino. El funcionamiento es realizado por dos operadores el conductor que también es el encargado de operar el funcionamiento de lavado y un asistente que es la persona que se encarga primero de revisar si se puede realizar el lavado al contendor, también se encarga de limpiar el lugar donde va el contenedor y por ultimo si el camión deja mal puesto el contenedor el ayudante es encargado de ponerlo en su puesto manualmente.

Y la fase final del sistema es la de control y mantenimiento de contenedor una persona encargada de controlar el buen funcionamiento de los contenedores esta persona realiza controles frecuentes y es encargada de reparar o sustituir contenedores en mal uso.

3.2 TRANSPORTE DE RESIDUOS

En cualquier sistema de recogida, para decidir el vehículo que se va a utilizar en el transporte se deben considerar las características particulares de los municipios en los que se implantará el servicio intentando maximizar la capacidad de la caja del recolector (para minimizar los costes de transporte), siempre que las características urbanísticas permitan su

circulación y manejo.

Aunque existen numerosos fabricantes de vehículos de transporte de residuos, los modelos básicos existentes son:

- De carga lateral.
- De carga trasera.
- De carga frontal con grúa.
- De caja abierta y pulpo.

3.2.1 VEHÍCULOS DE CARGA LATERAL



FIGURA 3.2-1: Vehículo recolector con carga lateral.

El transporte mediante vehículos de carga lateral de 17 o 25 m³, se emplea con contenedores del mismo tipo, preferiblemente de 3.200L, convirtiéndolos en sistemas altamente eficaces. Este servicio parte de las premisas de que los residuos serán almacenados en bolsas y debidamente depositados por los ciudadanos.

El proceso de recogida del recolector se realiza con un único operario que será el conductor del vehículo, realizando las labores sin necesidad de bajarse del camión.

Éste lleva a cabo las tareas ayudándose de un cuadro de mandos colocado en la cabina. La visualización de todas las operaciones se permite a través de las diferentes cámaras

colocadas en lugares estratégicos del vehículo. El levantamiento del contenedor hasta la tolva de carga, así como su recolocación en el suelo, es automático, ayudándose el sistema de unos brazos articulados de actuación hidráulica.

La sacudida del contenedor se produce a voluntad del operario, cuyo interior puede observar a través de una cámara colocada en la tolva, comprobando si se han vaciado la totalidad de los residuos. Una vez trasvasados los residuos se les somete, en el propio vehículo, a una operación física de compresión con objeto de aumentar su peso específico y reducir el volumen que ocupan, racionalizando así los niveles de coste y productividad del servicio. Cuando la tolva está llena, el vehículo se conduce al centro de tratamiento correspondiente para realizar la descarga de los residuos, efectuada por una placa eyectora.

El sistema de recogida lateral es seguro y ampliamente probado por lo que las posibilidades de que los residuos se derramen por las aceras y calzadas durante las operaciones de carga son mínimas. Además, presenta la ventaja de que si el vehículo no está en operación de carga, la tolva es hermética, por lo que el desprendimiento de olores es mínimo. Las limitaciones que posee es que sólo se puede acceder a los contenedores por el lado derecho, que los residuos han de encontrarse dentro de los contenedores, que el acceso a los contenedores ha de estar libre de obstáculos, requiriendo la colaboración ciudadana, y que se debe de informar a los gestores de posibles cambios de aparcamientos, direcciones de calles, etc. para que el sistema sea completamente eficaz. (Dipalme, 2013)

3.2.2 VEHÍCULOS DE CARGA TRASERA

Los vehículos de carga trasera se emplean con contenedores de carga trasera, generalmente para residuos mezclados. Al operar con contenedores de menor capacidad, los tiempos de recogida son más cortos que en el sistema de carga lateral, pero la frecuencia de recogida ha de ser mayor. Al encontrarse la tolva parcialmente abierta, estos vehículos son ruidosos y desprenden gran cantidad de olores.



FIGURA 3.2-2: Vehículo recolector con carga trasera.

El equipo de mano de obra en estos vehículos es de tres a cuatro personas: el conductor y tres operarios, que se encargan de colocar los contenedores en el sistema de enganche para vaciado en la tolva, este vehículo cuenta con un sistema de compactación. En caso de producirse derrames en la vía pública, estos operarios serán los encargados de su recogida. Una vez llenos, estos vehículos suelen conducirse a estaciones de transferencia, donde se vacían para realizar nuevos portes. (Dipalme, 2013)

3.2.3 VEHÍCULOS DE CARGA FRONTAL CON GRÚA



FIGURA 3.2-3: Vehículo recolector con carga frontal.

Los vehículos de carga frontal dotados de grúa se emplean en la recogida selectiva de mono productos depositados en contenedores tipo iglú o paralelepípedos.

Los equipos están formados por una caja abierta, con o sin sistema de compactación.

Para el vaciado, se requiere el empleo de una grúa que eleve el contenedor hasta la tolva y de un mecanismo que abra su base para que los residuos caigan por gravedad. Cuando la caja del vehículo está llena, el conductor procede al transporte de la carga hasta el centro de tratamiento donde se realiza la descarga y pesado de la carga, datos con los que se llevará el pertinente control de los productos recogidos.

Este sistema de recogida ofrece una solución sencilla y con bajo coste adicional a la recogida selectiva de residuos. Facilita la recuperación de productos separados selectivamente, evitando operaciones innecesarias en las plantas de clasificación.

Permite llevar cajas de gran capacidad, lo que unido al uso de contenedores de gran volumen, facilita frecuencias de recogida más espaciadas y una buena calidad en los subproductos recogidos. Además, el uso de sistemas de compactación permite reducir el volumen de los residuos aprovechando al máximo la capacidad de los vehículos, racionalizando así los niveles de coste y productividad del servicio. (Dipalme, 2013)

3.2.4 Aplicación en San Pedro de Taboada

Para el sector y por la utilización del tipo de contenedor eco-tacho se tiene la necesidad de utilizar un transporte de tipo carga lateral al ser un contenedor de gran capacidad de 17 a 25m³ se convierte en un sistema eficiente, este tipo de transporte ahorra dinero ya que para su manejo solo se requiere un conductor el cual opera el vehículo y los controles de carga.

Para el transporte de los tachos de separación se tiene que buscar un transporte en el cual se tenga divisiones para la colocación de los residuos ya separados.

En nuestro sector se utiliza el CAMION COMPACTADOR CON CAJA DESMONTABLE modelo CTM distribuido por THEMAC (tecnologías para el ambiente) para el ecuador.

El CTM pertenece a una nueva generación de equipos compactadores que integra un alto desarrollo tecnológico a la recolección de residuos sólidos. El equipo compactador de carga lateral con caja desmontable, posee un sistema automatizado de levante y elevación que permite vaciar automáticamente los contenedores, este camión cuenta con un sistema de caja recolectora cerrada desmontable con capacidad de 23 m³ al cual se lo conoce con el nombre de BODY, en esta caja los residuos son compactados y una vez completa su carga se puede intercambiar por una vacía sin necesidad de dirigirse a disposición final para descargar los residuos. (Themac, 2012)

La caja conocida como BODY posee las siguientes características:

- Abertura frontal de llenado
- Anclajes para el acople a la estructura fija del chasis.
- Compuerta posterior para la descarga de los residuos, dotada de junta de estanqueidad y sistema de bloqueo.
- La descarga de los residuos se produce por gravedad.
- Dispositivo de guillotina para el cierre de la abertura frontal quedando cerrado y estancado.
- Gancho para la manipulación del BODY



FIGURA 3.2.4-1: camión compactador con caja desmontable.

Características Camión recolector

Tabla 3.2.4-1: Características Camión recolector

CARACTERISTICAS	
Capacidad útil BODY	23 m ³
Capacidad útil tolva	3.8 m ³
Carga útil indicativa	10-12 ton
Peso máximo elevación contenedor	1200 kg
Tiempo ciclo vaciado contenedor	40-45 seg
Tiempo descarga BODY	90 seg
Tiempo carga BODY	180 seg
Tiempo vaciado BODY en disposición final	120 seg
Especificaciones chasis	6x4 o 6x2, 24 volt
Opcional	Transmisión automática

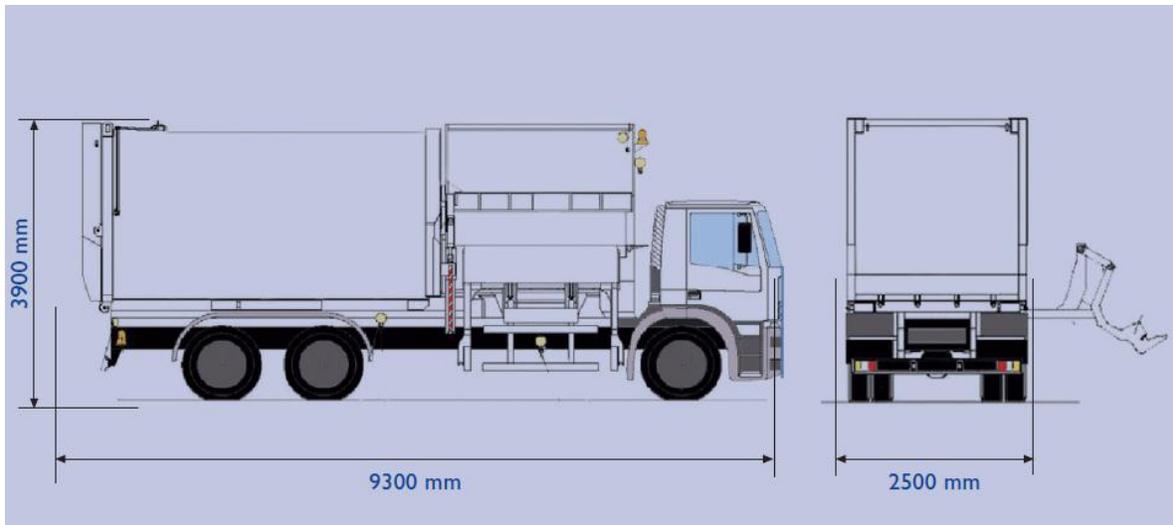


FIGURA 3.2.4-2: Dimensiones Camión Recolector compactador con caja desmontable.

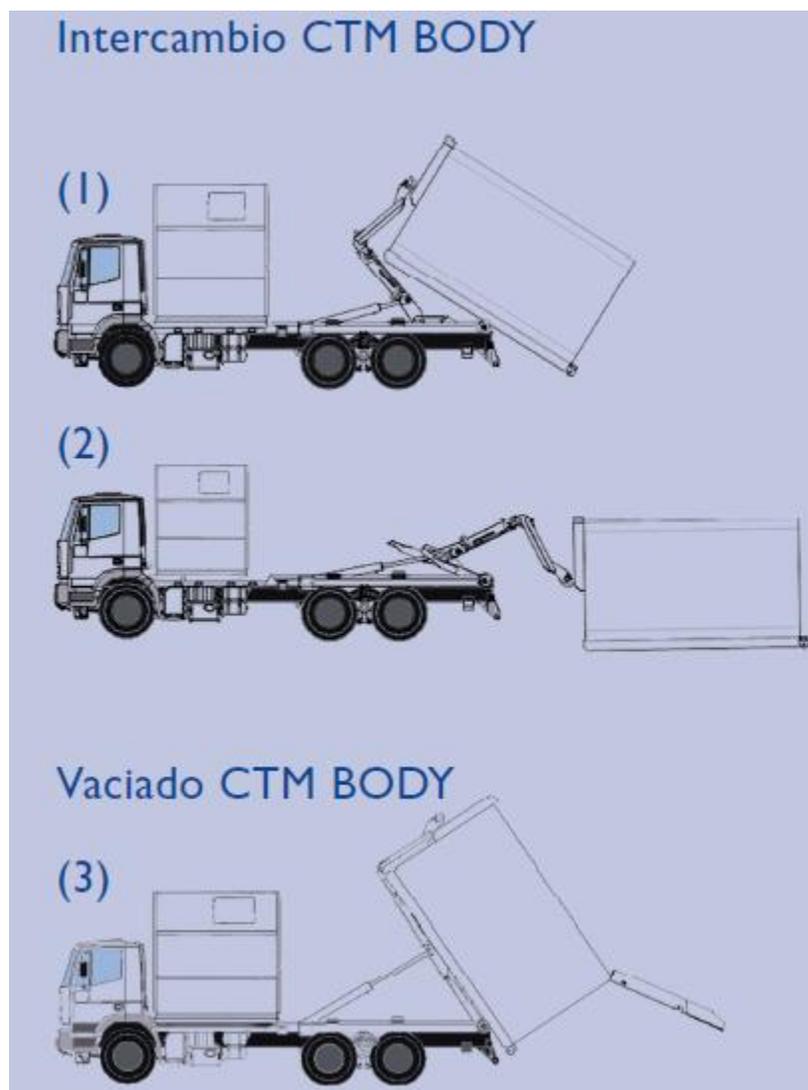


FIGURA 3.2.4-3: Funcionamiento caja desmontable camión recolector.

Como se dijo antes en este proceso de recolección interviene otro tipo de camión el camión de lavado de contenedores el cual cada 15 días cubre las rutas lavando cada uno de los contenedores ubicados en la zona.

El denominado camión lava contenedores de carga lateral (LCL-163) es fabricado por la misma empresa THEMAC para Ecuador y su objetivo primordial es realizar el lavado y sanitizado, tanto interior como exterior, de los contenedores en su lugar de ubicación permanente. El contenedor es lavado en una cámara estanca con sistema de inyección de agua de alta presión. El ciclo de elevación y depósito del contenedor en el suelo es realizado por el operador utilizando un teclado con mando joystick, Soltando el joystick se detiene el ciclo en cualquier punto de la operación. (Themac, 2012)

El ciclo se realiza con las siguientes fases:

- ✓ Baja barra de seguridad.
- ✓ Alineación del contenedor por medio de la cámara de centraje y cierre de la puerta
- ✓ Proceso de lavado interno, externo y desinfección.
- ✓ Apertura de la puerta de la cámara de lavado y depósito automático del contenedor en la posición de origen.
- ✓ Retracción automática del grupo de elevación a la posición de reposo y retorno de la barra de seguridad.



FIGURA 3.2.4-4: Sistema de lavado de contenedor.

El camión posee un sistema de seguridad que no le permite arrancar mientras todos las partes móviles no se encuentren en posición de reposo. El tiempo de operación por cada contenedor es de aproximadamente 60 segundos con una distancia de carga estándar de 1200mm y un tiempo de lavado de 10 segundos, 5 segundos exterior y 5 segundos interior.



FIGURA 3.2.4-5: Camión lava contenedores carga lateral (LCL-163)

Ventajas de la utilización del camión lava contenedor.

- ✓ Permite el lavado, desinfección y desodorización automatizados de contenedores metálicos.
- ✓ Programable para realizar diversos tipos de ciclos de lavado interior y exterior, separados o simultáneos, con regulación de presión y caudal.
- ✓ Contiene estanques separados de agua limpia y usada para preservar las más altas normas de higiene.
- ✓ Sistema de operación computarizado de última generación que otorga gran

funcionalidad, tiempo de ciclo reducidos, monitoreo permanente, facilidad de mantenimiento.



FIGURA 3.2.4-6: Compartimiento para lavar los contenedores.

Características camión lava contenedor.

Tabla 3.2.4-2: Características Camión lava contenedores.

Capacidad deposito agua limpia	Hasta 6.000 litros
Autonomía de lavado	300 contenedores aproximado
Presión de salida de agua	80 BAR lav.Externo 120 BAR lav.Interno
Caudal salida de agua	100 lts./min a 1000 rpm
Especificaciones de chasis	4x2, 24 volt, 15 ton. Mín.
Opcional	Transmisión automática

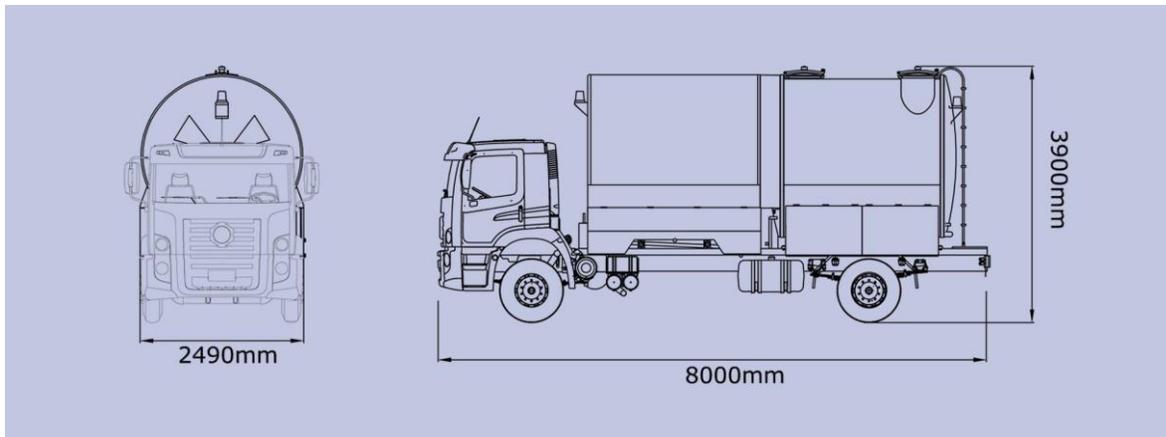


FIGURA 3.2.4-7: Dimensiones Camión lava contenedores.

Existen varias ventajas y desventajas de servicio de operación comparado con el sistema de operación antiguo con utilización de camión de carga trasera.

VENTAJAS:

- Una de las principales ventaja que cuenta este sistema es la amigabilidad con el medio ambiente, al usar tacho de recolección de residuos serado la basura se mantiene contenida dentro de los eco-tachos y esto favorece el ornato de la ciudad manteniéndole limpia y sin olores molestosos que con el sistema antigua de recolección eran frecuentes.
- Al comento de la recolección de los residuos por medio del camión recolector esta es de una forma eficiente sin problemas de derrame de residuos en la vía o líquidos molestosos.
- En el sistema antiguo al dejar los residuos en fundas en la calle a espera del personal recolector ocasionaba agrupación de perros los cuales rompían las fundas dejando el lugar de recolección de mal gusto y con malos olores, y esto generaba la visita desagradable de insectos y roedores, que dejan enfermedades en el medio ambiente.

DESVENTAJAS:

- Una de las desventajas que tiene este sistema en la colocación de los contenedores ya que al ser contenedores grandes pueden ser molestos para los peatones y vehículos.
- A comparación con el sistema anterior el cual tenía una recolección programada es decir las personas sacaban la basura minutos antes del paso del camión recolector con lo cual las personas tenían las fundas de los residuos en sus casas y el camión recolector se llevaba toda la basura generada a la fecha pero con este sistema al tener la facilidad y cercanía del contenedor los residuos son puestos a cualquier momento y si no se realizó un buen diseño de colocación de contenedores se puede dar el caso que un solo contenedor no sea suficiente el mismo que se llena y ponemos volver al sistema anterior que los residuos son colocados en fundas en la calle.

3.3 CENTROS DE TRANSFERENCIA

Los centros de transferencia son instalaciones intermedias que reciben los residuos de aquellos municipios o localidades en los que las distancias a los centros de procesamiento o a las zonas de evacuación son tan grandes que vuelven el transporte directo económicamente inviable. Gracias a las estaciones de transferencia es posible incrementar la eficiencia global de los servicios de gestión de los residuos municipales al racionalizar y optimizar los costes de recogida y eliminación de los residuos, los tiempos de transporte y la utilización intensiva de equipos y recursos humanos. Además, se consigue reducir las emisiones asociadas al trasiego de vehículos y minimizar el riesgo de accidentalidad en el transporte.

Según el método utilizado para cargar los vehículos de transporte, se puede diferenciar entre dos tipos de estaciones de transferencia:

- De carga directa

- De carga indirecta

En las estaciones de carga directa los vehículos de transporte vacían los residuos en tolvas de descarga, dotadas de un sistema auxiliar de compactación, desde donde los residuos caen en contenedores de transferencia de gran capacidad. Si los contenedores son abiertos, una vez llenos, se cubren los residuos con una lona o malla para evitar su dispersión y se trasladan a su destino final. Aunque la falta de equipamiento puede provocar retrasos en las horas pico, estas estaciones son muy comunes debido a su simplicidad y bajo coste de inversión.

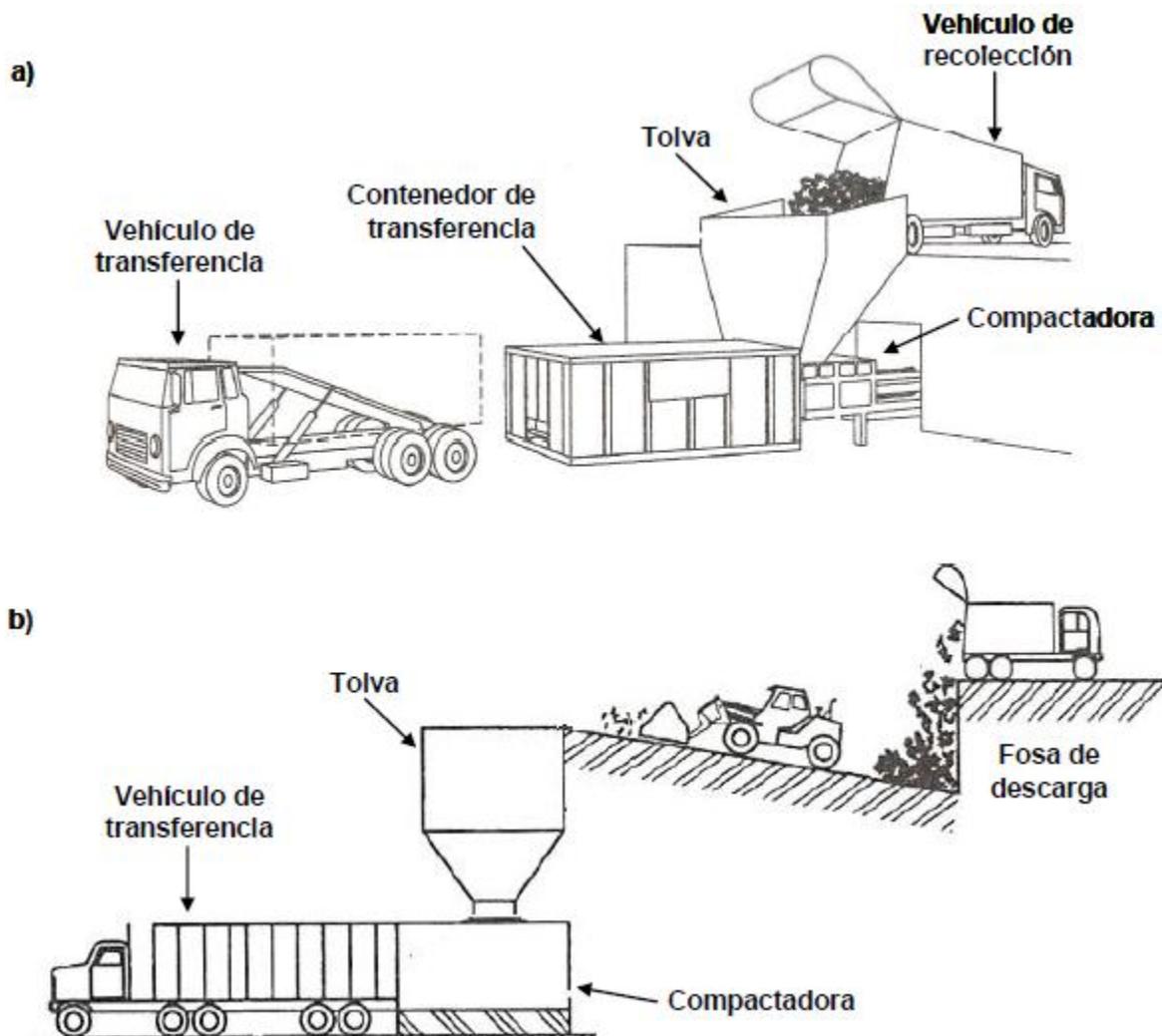


FIGURA 3.3-1: Método de Transferencia.

En las estaciones de carga indirecta la descarga de los vehículos de transporte se realiza en una fosa de almacenamiento o sobre una plataforma desde donde los residuos son desplazados hasta las tolvas por grúas o cargadores frontales o con tractores. Estas tolvas están dotadas de compactadores que comprimen los residuos para finalmente acabar en los vehículos de transferencia.

En ambos casos, y si los vehículos de recepción final disponen de sistemas de compactación autónomos, la descarga se realiza directamente por gravedad en estos.

3.3.1 CENTRO DE CLASIFICACIÓN

Los centros o plantas de clasificación son instalaciones complejas que permiten, por un lado, separar las corrientes de residuos en función de su composición para mejorar el rendimiento de los tratamientos finales y de los productos obtenidos y, por otro, posibilitan la recuperación de materiales susceptibles de ser reciclados, para su posterior gestión o comercialización. Además, permite concentrar el contenido en materia orgánica de la fracción fermentable, minimizando la presencia de impurezas que inhiban los tratamientos biológicos.

Aunque la configuración de cada una de las etapas de separación es propia de cada planta, en esencia constan de:

- Un foso de recepción dotado de algún sistema mecánico de transporte de los residuos.
- Unidades de clasificación por tamaño o por densidad, cuyo principio físico de separación es la distinta composición de los residuos, permitiendo distinguir entre fracciones finas o gruesas, ligeras y pesadas.
- Unidad de separación de metales, para la recuperación de compuestos metálicos de alto valor añadido, acero y aluminio, fundamentalmente.
- Sistemas de compactación para reducir el volumen de los residuos procesados y

facilitar su transporte hasta los centros de tratamiento o a deposición final.

3.3.2 CLASIFICACIÓN POR TAMAÑO

Inicialmente, la separación de los residuos se realiza mediante operaciones de segregación por tamaño, en las que se considera la diferente distribución granulométrica de cada una de las fracciones. Para ello se emplea una adecuada combinación de equipos mecánicos de separación acompañada de un triaje manual para garantizar la máxima recuperación de los materiales susceptibles de ser reciclados. Los medios de clasificación más empleados son el cribado vibratorio, los trómeles y el cribado de discos.

Triaje manual

La clasificación manual que, generalmente, se ubica después de la descarga del material o a la salida de algún equipo de segregación permite la eliminación de materiales voluminosos o peligrosos para la operación normal del resto de equipos de la instalación o de materiales susceptibles de ser reciclados. La separación se realiza desde una cinta transportadora que conduce los residuos y se desarrolla dentro de cabinas que permiten la insonorización respecto al resto de la instalación. Cada operario, equipado por el material de protección adecuado, se encarga de retirar un determinado flujo de residuos.



FIGURA 3.3.2-1: Clasificación por tamaño Triaje manual

Criba vibratoria

Las cribas vibratorias consisten en mesas perforadas con distinto tamaño de paso que mediante un ligero movimiento de vibración permiten la separación de las fracciones más pequeñas contenidas en los residuos, principalmente, metales y vidrio roto, de los elementos de mayor tamaño.



FIGURA 3.3.2-2: Clasificación por tamaño criba vibratoria.

Trómeles

Los trómeles son los equipos más versátiles para la clasificación granulométrica de los residuos dada su robustez y alta capacidad de procesamiento. Además, la variedad de modelos existentes en el mercado posibilita la combinación de varios equipos en serie permitiendo una retención efectiva de materiales, con el consecuente elevado rendimiento de separación.

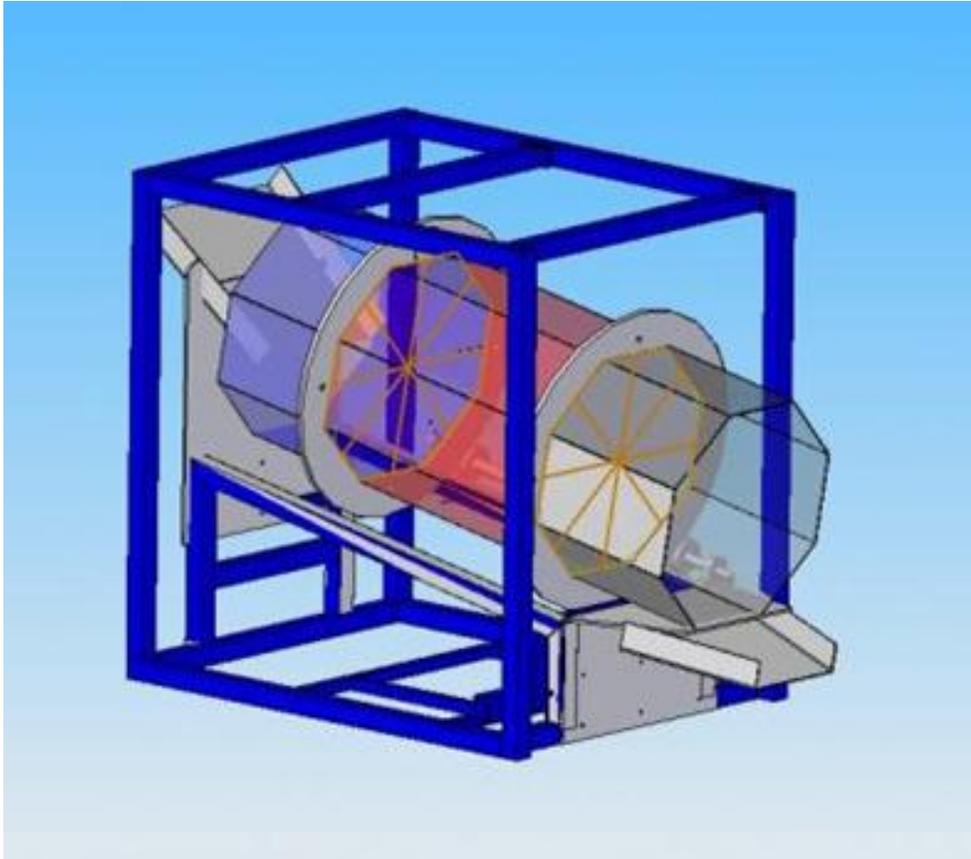


FIGURA 3.3.2-3: Clasificación por tamaño Tromel.

Un trómel consiste en un tambor cilíndrico de gran tamaño, ligeramente inclinado, giratorio y dotado en toda su longitud de una serie de perforaciones de distinto tamaño que permiten la separación de dos o más fracciones.

El tambor interior cuenta con placas deflectoras que favorecen la mezcla de los residuos y dotados de cuchillas útiles para romper las bolsas de residuos.

Criba de discos

Una criba de discos está formada por filas sucesivas de discos verticales giratorios, separados una distancia tal que permite variar el tamaño de la selección, cayendo los objetos más pequeños a su través. Este tipo de cribas no produce tanto polvo como los

trómeles, ocupan menos lugar, consumen menos potencia y son más baratas. Pero tienen la desventaja que no mezclan correctamente los residuos y cuando éstos están muy húmedos el transporte se produce en bloque.

3.3.3 CLASIFICACIÓN NEUMÁTICA

En la clasificación neumática el principio de separación es la distinta densidad de los componentes del flujo de residuos, distinguiendo entre fracción ligera, formada por plástico y papel, principalmente, y fracción pesada (Consejería, 2006).

Los residuos triturados se alimentan desde una tolva superior y caen por gravedad.

Desde el conducto de fondo una corriente de aire ascendente provoca dos efectos sobre el material a tratar:

- Los productos de menor densidad son fluidizados y arrastrados por el flujo de aire (que se depurará en un ciclón)
- Los productos de mayor densidad se recogen por el fondo.

3.3.4 APLICACIÓN EN SAN PEDRO DE TABOADA

En el sector se buscó un lugar adecuado cerca de la zona de recolección la cual nos facilite para la gestión de los residuos sólidos, este lugar nos puede servir ya sea como un centro de transferencia o como un centro de clasificación.

Como Centro de Clasificación se construye en el lugar próximo instalaciones adecuadas para la separación, clasificación y reciclaje de los residuos

El centro de Clasificación consta de:

- Un foso de recepción dotado de algún sistema mecánico de transporte de los residuos.
- Unidades de clasificación por tamaño o por densidad, cuyo principio físico de separación es la distinta composición de los residuos, permitiendo distinguir entre fracciones finas o gruesas, ligeras y pesadas.
- Unidad de separación de metales, para la recuperación de compuestos metálicos de alto valor añadido, acero y aluminio, fundamentalmente.
- Sistemas de compactación para reducir el volumen de los residuos procesados y facilitar su transporte hasta los centros de tratamiento o a deposición final.

La clasificación se la realizan mediante clasificación de los residuos, una vez recogidos los residuos por medio de los camiones recolectores es llevada al centro de clasificación, es importante aclarar que el diseño de las rutas de recolección Ruta A y Ruta B terminan su recorrido en el centro de clasificación, estos camiones depositan los residuos y son procesados por equipo mecánico y por medio de un triaje manual para garantizar la máxima recuperación de los materiales que pueden ser reciclados.

La clasificación separa materiales reciclables como botellas, papel, cartón, entre otros materiales susceptibles para su posterior gestión o comercialización.

Al tener el sector una gran cantidad de conjuntos residenciales privados con guardiana se tiene la facilidad de colocar en la entrada de cada conjunto contenedores separadores de residuos y así facilitar la separación y reciclaje de la misma.

Al ser el sector de san pedro de Taboada un lugar cercano al vertedero del Inga que se encuentra ubicado en la carretera E35 (Troncal de la Sierra) a una distancia de 21.8km aproximadamente 23 minutos pudiera ser un buen lugar para un centro de transferencia en el cual los lugares cercanos a nuestro centro de transferencia pudieran depositar sus desechos sólidos con los camiones recolectores de basura y aquí los residuos son depositados en camiones más grandes con lo cual el costo de transporte al vertedero del Inga sería más bajo (GoogleMaps, 2013).

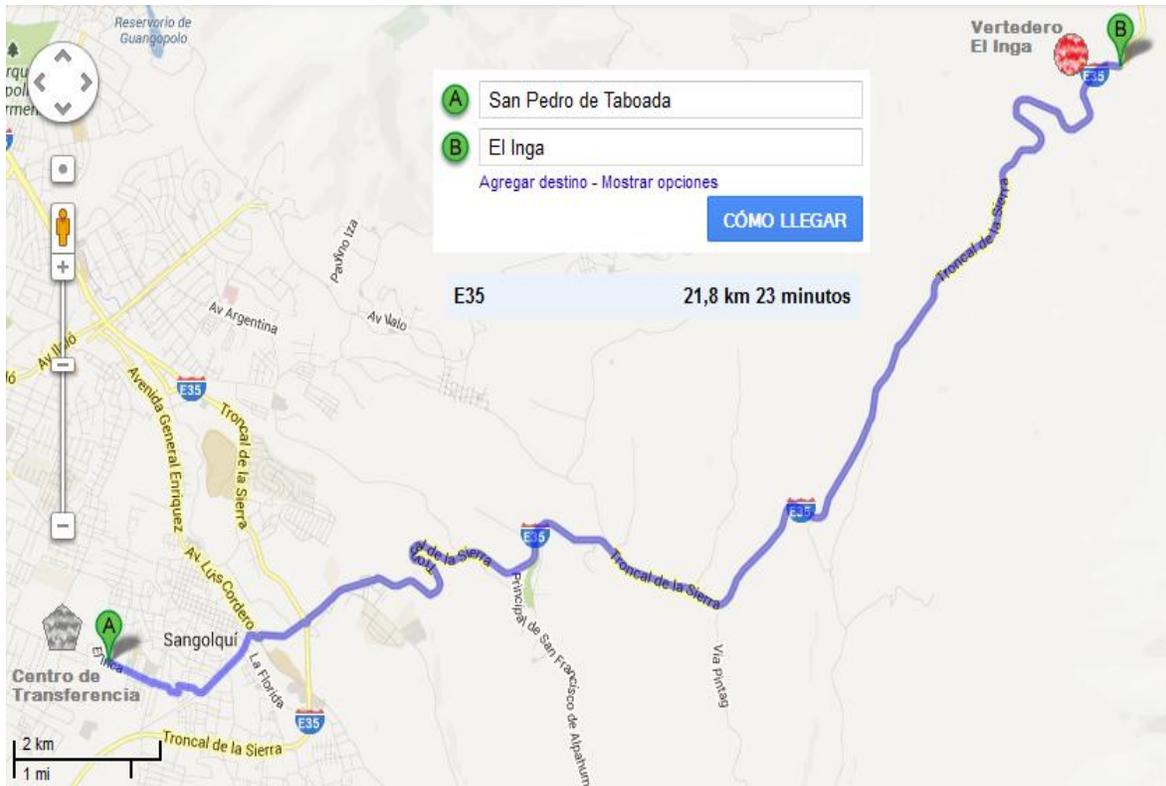


Figura 3.3.4-1: Ruta Centro de Transferencia-Vertedero EL Inga.

3.4 TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El tratamiento biológico que se da a los residuos sirven como alternativas aconsejables para el aprovechamiento de las fracción orgánica presente en los residuos ya que su vertido provoca mal olores, atracción de vectores indeseables, generación de lixiviados y generación incontrolable de gases de efecto invernadero. Por no hablar de las pérdidas de materia orgánica, nutrientes y diversos productos con cierto costo agrado.

Este tipo de tratamiento tiene ciertas ventajas y desventajas que se detallaran:

Ventajas:

- Procesos medioambientalmente no dañino.
- Productos finales con gran comercialización
- Menor producción de productos indeseables

- Reducción de la producción orgánica enviada a vertedero
- Requiere poca extensión de terreno
- Baja emisión de olores
- Reduce el volumen y peso de los residuos
- Con un costo moderado

Desventajas:

- Mucho tiempo de producción ya que está sometida a la acción de microorganismos
- las fracciones combustibles e inerte han de ser separadas para conseguir una elevada eficiencia
- Predisposición a sufrir alteraciones: mantener condiciones estables en la alimentación y control de los parámetros de operación

Aquí podemos ver que las ventajas son mayores que las desventajas en el tratamiento biológico, este tratamiento se entiende como un proceso de reciclaje de materia orgánica, obteniendo productos finales de un alto valor comercial.

Este tratamiento presenta dos alternativas principales de variantes El Compostaje y La Digestión anaeróbica

3.4.1 COMPOSTAJE

El Compostaje es un proceso biológico aerobio llevado a cabo por una variada micro fauna de la cual descompone primero, fase de descomposición y recompone después o fase de maduración, una amplia gama de materiales orgánicos biodegradables.

El resultado es la obtención de un material húmico conocido como compost. Este consiste en una materia orgánica estabilizada en la que se han integrado la mayor parte de nitrógeno y la práctica de la totalidad de los oligoelementos minerales (fósforo, potasio, magnesio)

presentes en los productos iniciales. El compost sufre una descomposición secundaria, ya en el suelo, conocida como mineralización, que permite pasar los nutrientes a un estado disponible. Con ello, se consiguen notables mejoras en la estructura del suelo, aumentando su capacidad de retención de agua y aireación y mejorando el nivel de materia orgánica. (Diaz, 2007)

Desde un punto de vista estrictamente tecnológico, los materiales adecuados para compostaje son aquéllos que poseen características biológicas que impulsan la rápida acción microbiana sin necesidad de condiciones extraordinarias de operación. En concreto, los materiales deben contener la suficiente cantidad de compuestos orgánicos fácilmente biodegradables como para suministrar los nutrientes necesarios a los microorganismos.

La popularidad del compostaje ha aumentado en las últimas décadas debido a los beneficios ambientales asociados que conlleva, tales como la rápida conversión de los residuos orgánicos hasta un producto final biológicamente estable, la reducción de la fracción orgánica enviada a vertedero, la efectiva higienización de los patógenos presentes en los residuos, y la sencillez y rentabilidad económica

Dado el carácter biológico del compostaje, los factores que influyan sobre la vida, desarrollo y capacidad de reproducción de los microorganismos serán los mismos que afecten al proceso. Los valores o intervalos óptimos estarán influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar y el sistema de compostaje elegido

3.4.2 DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia o biometanización se define como la transformación biológica de una amplia gama de materiales orgánicos biodegradables por medio del ataque de una variada serie de microorganismos que actúan en ausencia de oxígeno y elevada presencia de humedad, produciendo un gas, biogás, con alto contenido en metano, útil como combustible.

El proceso de digestión controlada tiene lugar en reactores, de diferentes formas y estructuras, llamados digestores. El oxígeno tomado por los microorganismos proviene de la materia orgánica alimentada al sistema. Al no existir el nivel suficiente como para completar el proceso, la oxidación anaerobia genera amoníaco, ácido sulfhídrico, metano y dióxido de carbono.

Las ventajas, tanto ambientales como económicas, que la digestión anaerobia supone en el tratamiento de residuos urbanos incluyen [20]: reducción de la fracción biodegradable enviada a vertedero, balance energético neto positivo con una producción de unos 90 kWh/tresiduo, sustitución de combustibles fósiles por biogás (fuente renovable), recuperación de nutrientes, integrados tanto en la fracción semisólida obtenida o digesto, como en la líquida o efluente, capacidad de tratamiento de residuos húmedos y reducción de olores.

Al igual que ocurre en compostaje, el carácter bioquímico de la digestión anaerobia hace necesario mantener las condiciones óptimas que permitan el desarrollo tanto de las reacciones químicas dentro de la matriz líquida del reactor, como de las reacciones biológicas que dan vida a los organismos en juego. Cualquier cambio drástico en el pH, la temperatura o la agitación puede afectar a la producción de biogás.

CAPITULO CUATRO

OPERACIONES DE ELIMINACION

4.1 INTRODUCCIÓN

Todo lo que se abandona, no se usa o no se consume adecuadamente termina depositado o enterado en el suelo. La producción de residuos aumenta por encima de la capacidad de recuperación. Siendo este el caso se utiliza instalaciones construidas para la eliminación de los residuos mediante su depósito en zonas superficiales o subterráneas por un periodo de tiempo superior a 2 años a estas instalaciones se las conoce como vertederos.

Los vertederos o también conocidos como basureros son los lugares donde finalmente se deposita la basura; Los vertederos son la práctica más antigua y económica de eliminación de residuos, gracias a su bajo coste relativo son la alternativa de gestión más extendida. Incluso con el desarrollo de las tecnologías de reciclaje y reutilización y de las diversas alternativas de tratamiento, resulta la única opción viable para la evacuación segura de los residuos que no pueden ser reducidos, reciclados, compostados, incinerados o procesados de otra manera, y de los que restan tras el tratamiento en una instalación para la recuperación de materiales, o en una de transformación de productos y/o de recuperación de energía. Son por tanto, una opción muy importante dentro de los sistemas de gestión integral de residuos.

A los vertederos actuales es tradicional destinar la basura generada por un grupo o asentamiento humano. Ésta, por lo común, contiene de forma revuelta restos orgánicos como comida, plásticos, papel, vidrio, metales, pinturas, tela, pañales, baterías, y una gran diversidad de objetos y sustancias consideradas indeseables. Este tipo de lugar tiene cierto número de ventajas y desventajas:

Ventajas

- Fácil implantación y sencillo mantenimiento
- Bajos costes de instalación y operación

- Gran variedad de residuos admitidos
- Capacidad de absorber variaciones accidentales o estacionales en la producción y composición de los residuos
- Opción necesaria para los residuos que no pueden aprovecharse
- El gas de vertedero producido puede recogerse y aprovecharse con fines energéticos
- La restauración de emplazamientos, una vez clausurado el vertedero, permite ofrecer zonas ajardinadas y parques incluyendo infraestructuras deportivas.
- Un adecuado proyecto y gestión genera bajo impacto Ambiental

Desventajas

- Requieren grandes superficies de terreno con características geológicas e hidrológicas muy específicas.
- Genera un mal olor el cual no es agradable para las poblaciones cercanas.
- Bajo aprovechamiento del potencial de los residuos.
- Emplazamientos, sin control de gases y lixiviados, son fuentes incontrolables de contaminación
- Producen ruido, malos olores, atracción de vectores indeseables, impacto visual, y, debido su lejanía respecto a asentamientos urbanos, elevado trasiego de vehículos

El esquema de un vertedero típico de RSU se muestra en la Figura, con los elementos protagonistas del diseño:

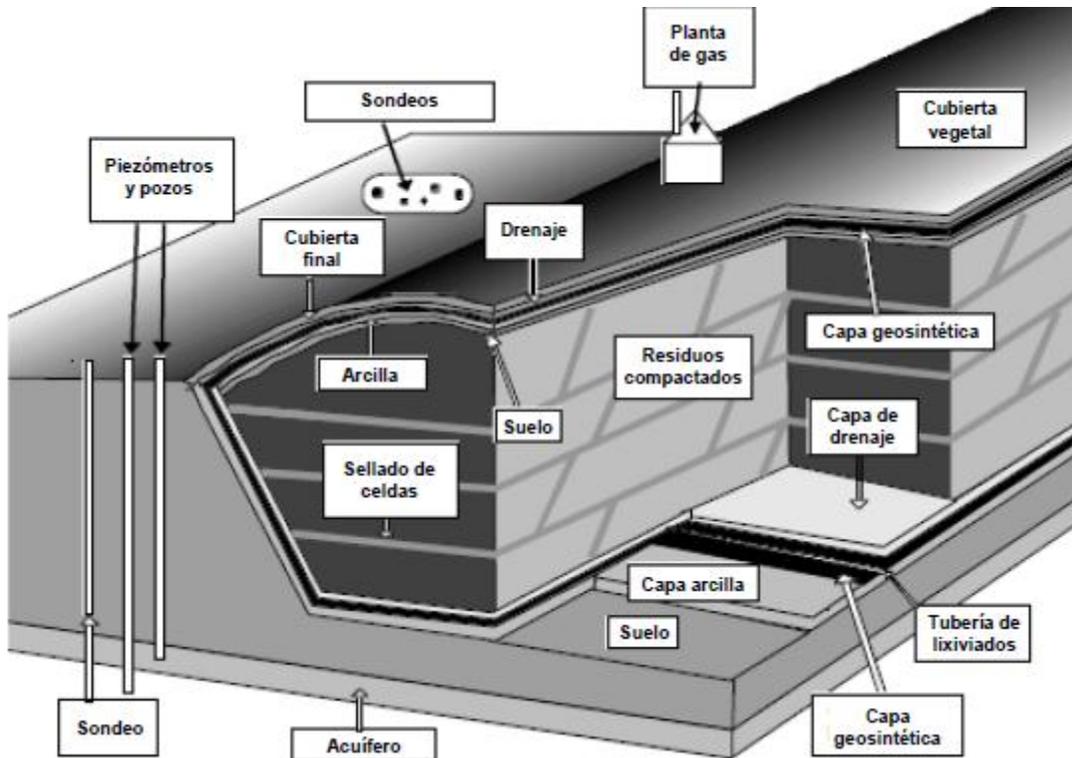


Figura 4.1-1: Características del diseño del vertedero.

- El sistema de recubrimiento está integrado por una serie de capas de arcilla y/o membranas geo-sintéticas empleadas para recoger los lixiviados y prevenir la contaminación de suelo y acuíferos.
- La cubierta superior previene la infiltración de agua y la erosión por el viento.
- El sistema de recogida de lixiviados está integrado por una red de tuberías que permiten recolectar los lixiviados generados y enviarlos a tratamiento.
- El sistema de recogida y control de gases permite la extracción controlada del llamado gas de vertedero para su posterior aprovechamiento energético. Puntos de sondeo de gases se disponen en las inmediaciones del vertedero para detectar cualquier migración o fuga.

- El sistema de piezómetros consta de una serie de pozos localizados en puntos estratégicos y a las profundidades requeridas para evaluar la calidad del agua subterránea y detectar cualquier tipo de contaminación. En la actualidad, los vertederos son considerados instalaciones avanzadas, diseñadas sobre emplazamientos óptimos, buscando el mínimo impacto ambiental.

El criterio más empleado para la clasificación de vertederos es aquel que atiende al tipo de gestión al que está sometido. Con ello, se puede diferenciar entre vertederos controlados y vertederos no controlados.

Los vertederos controlados

Estos vertederos disponen de sistemas de revestimiento, sellado superior, sistemas de extracción de lixiviados en zonas intermedias y en el fondo y tuberías para la recuperación del gas de vertedero, todo ello para evitar la contaminación.

Los vertederos no controlados

Se entiende cualquier tipo de evacuación de residuos que no ha sido debidamente gestionada, propia de pequeños municipios. Se incluyen vertederos profundos mayores a 5m, superficiales <5m y no clasificados, carentes de cualquier sistema de ventilación de gas producido, no aislados del entorno natural y en los que, en muchos casos, parte de los residuos se queman para reducir su volumen.

También existen vertederos específicos para residuos peligrosos o residuos de construcción y demolición.

4.2 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

La selección del área idónea para la ubicación futura de un vertedero tiene una importancia fundamental de cara a reducir los posibles riesgos medioambientales asociados y para

garantizar la correcta funcionalidad de los vertederos, tanto durante su explotación como en el sellado y post-clausura.

Esta etapa es un proceso complicado en el que es necesario conjugar aspectos sociales, medioambientales y técnicos, buscando además la minimización de costes desde el punto de vista de construcción y de explotación. Para la ubicación de un vertedero deberán valorarse los requisitos siguientes:

- Las distancias entre el límite del vertedero y las zonas residenciales y recreativas, vías fluviales, masas de agua y otras zonas agrícolas o urbanas
- La existencia de aguas subterráneas, aguas costeras o reservas naturales en la zona
- Las condiciones geológicas e hidrogeológicas
- El riesgo de inundaciones, hundimientos, corrimientos de tierra o aludes en el emplazamiento del vertedero.
- La protección del patrimonio natural o cultural

La selección de emplazamientos lleva asociada una serie de restricciones de localización, entendiéndose que hay aspectos que se han de respetar de forma estricta y otros que son relativamente menos exigentes.

Así, se pueden definir tres niveles, que clasifican las zonas en función de su susceptibilidad para albergar un vertedero.

Nivel A

Engloba las áreas que bajo ningún concepto pueden ser catalogadas como aptas.

- ❖ Zonas de máxima permeabilidad.
- ❖ Zonas con pendientes mayores a 15%.

- ❖ Zonas protegidas y reservas (Parques naturales, áreas marinas, plazas).
- ❖ Áreas de interés cultural.
- ❖ Zonas con acuíferos subterráneos explotados.
- ❖ Zonas con alta influencia hidrológica.

Nivel B

Se encuentran las zonas de sensibilidad muy alta.

- ❖ Zonas de protección de cauces fijos.
- ❖ Zonas a más de 1,5km de cualquier vía.
- ❖ Zonas de pendiente medias entre 5 y 15%.
- ❖ Zonas con formaciones vegetales.
- ❖ Áreas de interés zoológico especial.
- ❖ Zonas de población a menos de 2km

Nivel C

Las de sensibilidad alta.

- ❖ Zonas de pluviosidad máxima y mínima evapotranspiración.
- ❖ Zonas de embalses en proyectos.
- ❖ Zonas de calidad ecológica.
- ❖ Zonas con uso actual agrícola.
- ❖ Zonas de calidad estético paisajístico.

La optimización de los transportes resulta crucial a la hora de seleccionar la ubicación de un vertedero. Es necesario encontrar una relativa cercanía entre los centros de producción de residuos y las zonas de evacuación a fin de reducir el trasiego de vehículos y minimizar las distancias de operación. El emplazamiento deberá poseer cierta facilidad de acceso e infraestructuras de apoyo existentes además de proximidad con vías de comunicación. También, es fundamental la estimación del espacio disponible y el requerido para la operación del vertedero proyectado durante varios años.

Todo vertedero deberá estar situado y diseñado de forma que cumpla las condiciones

necesarias para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales. Por ello, el terreno deberá disponer de un soporte adecuado que reduzca el riesgo de infiltración de los contaminantes hacia las capas inferiores del subsuelo, limitando el avance del frente de contaminación en caso de producirse.

Para nuestro caso tenemos nuestro vertedero ubicado en el sector del Inga a 23km aproximadamente 30 minutos de viaje, como ya vimos antes el transporte de basura al Inga tiene un costo de 6 dólares aproximadamente.

4.3 EXPLOTACIÓN DEL VERTEDERO

Se establece que previo al vertido se deberá conocer la composición, lixiviación, comportamiento a largo plazo y propiedades generales de los residuos a depositar, en cumplimiento de las exigencias de protección del medio ambiente circundante y protección contra los riesgos para la salud humana. De esta manera, se listan los residuos admitidos y restringidos en vertederos municipales, especificando que sólo se depositarán los residuos municipales que hayan sido objeto de tratamiento o aquellos considerados como inertes:

- Además de residuos municipales, se admitirán residuos no peligrosos asimilables a municipales y residuos no reactivos peligrosos estables.
- No se admitirán residuos líquidos, residuos que en condiciones de vertido sean explosivos, corrosivos, oxidantes o inflamables, residuos hospitalarios o clínicos ni neumáticos usados enteros

4.3.1 MÉTODOS DE VERTIDO

Para reducir el impacto visual que suponen los vertederos, el llenado ha de realizarse de la forma más eficaz posible. Aunque la técnica depende de la orografía del terreno, se pueden distinguir, principalmente, dos métodos de vertido: en zanjas o celdas, o en área.

Vertido en zanjas o celdas

Se excavan en el suelo unas áreas, delimitadas por contenciones de arena, extendiendo los residuos en ellas, compactándolos y triturándolos, y cubriéndolos con la misma tierra extraída. Una vez rellenas, se cubren con material geo-sintético o arcilla, para limitar el movimiento de gases y lixiviados. Las celdas excavadas, normalmente cuadradas, tienen hasta 300 metros de longitud, y son indicadas para cualquier tipo de terreno.



Figura 4.3.1-1: vertido en zanjas o celdas.

Vertido en área

Los residuos se disponen a modo de terrazas sobre el terreno. Requieren la instalación de un revestimiento y un sistema para extracción del lixiviado. El material de cubrición provendrá de zonas adyacentes. Se emplea cuando se pueden aprovechar las depresiones naturales del suelo.



Figura 4.3.1-2: Vertido en áreas.

4.3.2 OPERACIONES DE EXPLOTACIÓN

Independientemente del sistema de vertido, el método de operación sigue criterios similares. Inicialmente, los camiones de recogida vacían los residuos directamente en el frente de operación, desde donde se extienden y compactan en capas hasta alcanzar la altura de celda deseada. Una vez allanada la superficie, en lo que se conoce como capa diaria, los residuos se cubren con una capa de tierra para evitar tanto la aireación como el contacto con vectores indeseables, tales como aves, roedores, insectos. (Tchobanoglous, 1994)

Para aumentar la estabilidad del cuerpo del vertedero y para evitar asentamientos irregulares en las capas, se recomienda que las capas de residuos tengan una altura máxima de 3m. Con ello se evitan los esfuerzos cortantes entre los distintos asentamientos que afectan a las conducciones de gas de vertedero y quiebran las tuberías de lixiviados, favoreciendo la operación normal del vertedero.

Los RSU presentan una gran heterogeneidad. Estos materiales, que a priori podrían prensarse a bajas presiones, sufren en los vertederos una amortiguación debido a la altura

de las distintas capas. Por ello, es necesario compactarlos en capas de unos 30-50 cm y en pasadas sucesivas (2-5 veces). De esta forma se logra aumentar la vida útil del depósito (al reducir los requerimientos de espacio), reducir el movimiento de los residuos y favorecer la generación de gas. Gracias al diseño de los equipos de compactación, dotados de cadenas y ruedas dentadas, a la vez que se reduce el volumen de los residuos, éstos se van triturando, incrementando la superficie expuesta a la degradación anaerobia y favoreciendo la formación de gas de vertedero. Los sistemas de explotación existentes en la actualidad son los siguientes:

- Compactación de baja densidad: la débil compactación (que no retarda la degradación anaerobia) se realiza, únicamente, con la pala cargadora. Se requiere cubrición diaria.
- Compactación de media densidad: se utiliza maquinaria de hasta las 15 toneladas para conseguir presiones medias. La cubrición se realiza con cierta frecuencia.
- Compactación de alta densidad: se potencia la trituración y compactación de los residuos con máquinas de hasta 22 toneladas, provocando degradación aerobia. Por ello, las capas no se pueden cubrir de nuevo hasta que transcurren unos 25 días y finaliza el proceso aerobio. Para facilitar la aireación, la compactadora se hace pasar cada cierto tiempo y se humedecen los residuos. Como inconveniente de esta práctica se encuentra la gran superficie expuesta a la intemperie.
- Compactación en balas: los residuos se compactan en una prensa formando unas balas que se trasladan al frente de operación y se colocan para modelar el perfil. La densa estructura de las balas impide la entrada de animales, la generación de lixiviados y el vuelo de ligeros.

Una vez compactados, los residuos son cubiertos con una capa de material inerte. El recubrimiento diario evita la pérdida de materiales ligeros (como papel o plásticos), favorece el movimiento de la maquinaria, reduce los olores y evita el contacto de los

residuos con agua, aire y animales. Que los residuos sean o no cubiertos diariamente dependerá la formación de gas, para ello es imprescindible evitar la presencia de aire y los cambios climáticos que afectan a los microorganismos. Por su parte, el recubrimiento final tiene una importancia vital en la clausura y posterior uso del vertedero.

Para favorecer las reacciones biológicas, se recomienda la recirculación de lixiviados para potenciar el rato de generación de gas. Si se emplea material de cubrición arcilloso además, potencia la impermeabilización del terreno.

4.4 GESTIÓN DEL GAS DEL VERTEDERO

La descomposición de la materia orgánica biodegradable presente en los residuos vertidos se produce de forma anaerobia, liberando el llamado gas de vertedero. Está formado, principalmente, por metano y dióxido de carbono, además de trazas de volátiles, gases de azufre y derivados de nitrógeno, y tiene un poder calorífico de 890- 1.220 kcal/m³. La recuperación de este gas, destinado a fines energéticos, es una opción viable y necesaria para la adecuada gestión de los vertederos, así como para la disminución de su impacto ambiental.

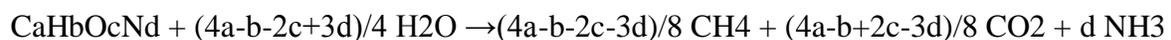
4.4.1 GENERACIÓN DEL GAS DEL VERTEDERO

La generación de gas de vertedero estará condicionada por la composición de los residuos (mayores contenidos de materia orgánica biodegradable conducen a mayores tasas de generación de metano), las operaciones desarrolladas en el vertedero (en los controlados se favorece el desarrollo de la actividad bacteriana anaeróbica) y los factores climatológicos (humedad, temperatura, pH, presencia de nutrientes).

Las fases en las que se puede dividir en proceso de generación de gas de vertedero se detallan a continuación, mientras que en la Figura 5.1 se contempla la evolución de la composición de este gas, en % volumen, a lo largo del tiempo.

- Fase I (fase de degradación aerobia): la materia orgánica biodegradable se degrada aeróbicamente mientras los residuos se colocan en el vertedero.
- Fase II (fase de transición anaerobia): el aire atrapado contenido en el vertedero comienza a agotarse y aparecen las condiciones anaerobias. Simultáneamente empiezan a liberarse grandes cantidades de ácidos grasos volátiles, que disminuyen el pH, dióxido de carbono e hidrógeno.
- Fase III (fase ácida): comienza la hidrólisis de los compuestos menos biodegradables para facilitar la acidogénesis de éstos. El dióxido de carbono e hidrógeno son los principales gases formados.
- Fase IV (fase de metanogénesis): en esta etapa los productos intermedios de reacción se convierten en metano (50-60%) y dióxido de carbono. El pH vuelve a ascender y se sitúa próximo a la neutralidad.
- Fase V (fase de maduración): la velocidad de generación del gas de vertedero decrece significativamente al acumularse los compuestos de degradación lenta y agotarse los nutrientes. Existirá presencia de metano y dióxido de carbono, además de trazas de nitrógeno y oxígeno al producirse la intrusión de aire desde la parte superior del vertedero.
- La duración de cada fase depende de múltiples factores, aunque se estima que la fase III puede extenderse hasta 2 años, en lo que pasaría a designarse como vertedero nuevo, mientras que la fase IV hasta 10 años, considerado vertedero maduro. La generación de metano y dióxido de carbono puede prolongarse durante varias décadas, incluso tras la clausura del vertedero.

La cantidad de gas de vertedero formado, como se ha comentado, depende del contenido en materia orgánica de los residuos vertidos. Para la determinación de la producción de gas existen diversos modelos matemáticos que valoran distintos aspectos. Una estimación inicial se basa en la relación estequiométrica por degradación anaerobia, suponiendo transformación completa:



CaHbOcNd representa la forma genérica de materia orgánica, donde **a**, **b**, **c** y **d** son los coeficientes estequiométricos.

Otro modelo plantea la temperatura reinante en el seno del vertedero como el motor para la producción de gas:

$$G = 1868 \cdot C \cdot (0,014 \cdot T + 0,28)$$

Donde:

G, es la cantidad de gas producida ($\text{m}^3/\text{t RSU}$).

C, es el contenido de carbono contenido en los residuos ($\text{kg}/\text{t RSU}$).

T, es la temperatura del vertedero ($^{\circ}\text{C}$).

Aunque buena parte del metano se escapa a la atmósfera de manera incontrolable, estas estimaciones de producción ayudan a diseñar los sistemas de captación y son fundamentales para evaluar el rendimiento de operación de los vertederos. (Tchobanoglous, 1994)

4.4.2 TIPOS DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN

Un sistema de captación de gas de vertedero debe combinar en su diseño aspectos fundamentales tales como lograr una zona de influencia de pozo amplia, evitar la entrada de aire, evitar la acumulación de agua y condensados, sencillez de instalación, bajo coste y robustez. En general, los sistemas de extracción pueden clasificarse en dos modalidades: pasivos y activos.

Los sistemas de captación pasivos se emplean en vertederos pequeños con baja formación de gas. En estos se controla la migración de los gases, minimizando las misiones y la liberación de compuestos olorosos. El sistema consiste en una red de aperturas en el recubrimiento donde se colocan respiraderos que por medio de aplicación de vacío evacuan el gas hacia la atmósfera. Se suelen disponer chimeneas a través de la cobertura final, que por seguridad se conectan a un quemador de llama central (antorcha). Para evitar el

movimiento de los gases se emplean zanjas perimetrales, rellenas de grava, con tuberías perforadas desde donde el gas asciende a la superficie.

Por su parte, los sistemas de captación activos están dotados de una instalación de extracción a depresión constituida por una serie de pozos o chimeneas conectadas a un conducto general desde donde el gas se quema, se libera a la atmósfera o se aprovecha energéticamente. Los conductos se pueden disponer de dos maneras. En la extracción horizontal éstos se colocan una vez completadas dos o más capas. Entre residuos y recubrimiento se dispone una capa de drenaje para gases con grava. En la extracción vertical los pozos se construyen equidistantes respecto a sus radios de influencia. Estas chimeneas se instalan después del llenado del vertedero y penetran hasta el 80% de la profundidad de los residuos. Los vertederos modernos se proyectan con sistemas combinados de extracción para aumentar el rendimiento de captación

4.4.3 GESTIÓN DEL GAS DEL VERTEDERO

Captado el gas de vertedero, hay que decidir cuál es el aprovechamiento más adecuado, valorando aspectos económicos (viabilidad de la alternativa), ambientales (evitar la liberación a la atmósfera) y tecnológicos (volumen y composición del gas). Las opciones más comunes de aprovechamiento del gas de vertedero incluyen:

- Combustión directa para la producción de calor.
- Motores de combustión interna, con aprovechamiento de potencia eléctrica y con o sin recuperación de calor (cogeneración).
- Turbinas de gas o vapor, con aprovechamiento de potencia eléctrica y con o sin recuperación de calor (cogeneración).
- Vehículos.
- Conexión con la red pública de gas.
- Producción de compuesto químico Debido a su contenido en humedad y las impurezas que arrastra, previo aprovechamiento, el gas ha de someterse a una serie de retratamientos que incluyen deshidratación, absorción y adsorción.

CAPITULO CINCO

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

La realización del presente trabajo que es uno de los puntos más vitales para la culminación de una etapa estudiantil más en mi vida, constituyéndose un estudio realizando durante este año y aplicando los conocimientos adquiridos a través de una etapa estudiantil

En conclusión la gestión de los residuos sólidos urbanos se basa en el conjunto de operaciones que se realizan con los desechos desde que se generan en los hogares y cumplen varias fases, la primera es la fase de depósito y recogida, el transporte y como fase final el tratamiento que se dé a los residuos.

Los residuos sólidos generan cada día una gran demanda debido al gran incremento de desechos que se generan tanto en las industrias como en nuestros hogares, una de las alternativas para convivir con estos desechos es el tratamiento de residuos sólidos, el cual a partir de reacciones físicas, químicas o biológicas se trata de transformar los residuos en materia reutilizable para el beneficio de todos a través del reciclaje.

Para la primera fase la fase de depósito y recogida se puede concluir que para el buen funcionamiento de sistema que se vaya a realizar se tiene que escoger el tipo de recolección que se va a utilizar, ya que hay dos tipos de recolección la primera interviene un camión con carga trasera y personal recolector que se encarga de poner las fundas, tachos de basura dentro del camión recolector, el segundo tipo de recolección y el que se utilizó en este proyecto se basa en la utilización de un camión recolector con carga lateral y tachos de metal tipo eco-tacho este sistema es más óptimo y funcional que el primer tipo de recolección ya que al tener tachos de basura con tapa es más amigable para la naturaleza y su recogida, los desechos se quedan almacenados en los tachos y con esto se evita la contaminación de las calles, veredas y la expansión de los malos olores que general los desechos con esto se tienen unas calles más limpias y un entorno más amistoso para las pobladores del sector, también se puede concluir que este sistema requiere de una inversión inicial para la obtención de los contenedores y los

camiones pero a futuro el costo sería el similar al sistema anterior ya que este requería la intervención de 4 a 5 personal recolectoras las cuales tenían un sueldo permanente, a diferencia del sistema de recolección que se usó en este proyecto el cual solo requiere un conductor y en algunos casos un ayudante.

Este sistema puede funcionar más en ciertos sectores que en otros, la utilización de los contenedores tipo eco-tacho pueden resultar molesto para cierta parte de la población ya que los mismos pueden ser ubicados frente a su casa o aledaños a las viviendas, el manejo de los tachos puede ocasionar daños o molestias en la población.

Es necesario e indispensable que se hagan estudios concienzudos de la realidad de los sectores donde implique fundamentalmente la población uso y costumbres para poder tener éxito en nuestro país sobre la utilización de los eco tachos es indispensable educar a la población que hagan conciencia de realidad que no se puede seguir viviendo en el pasado que los nuevos avances y técnicas tienen que manifestarse en todo y en especial la correcta participación de la ciudadanía

Que es necesario que se deje de lado politiquerías y se vea por el interés real de las necesidades que se piensa a futuro que la población de San Pedro de Taboada cada día va en aumento como se puede apreciar en el surgimiento de nuevas viviendas que esta situación va a llegar a ser en un momento insostenible.

Mi estudio está basado en la realidad del medio, he realizado un estudio concienzudo por lo que me permito sugerir que es factible ejecutarlo y que respondería adecuadamente a las necesidades del medio, y como primer paso sería el determinar el sitio para la clasificación y transferencia este espacio físico por ahora existen una vez los residuos en este sitio se los clasificaría

En el país no existen verdaderas políticas y toma de decisiones en lo referente a la

gestión integral de residuos sólidos. se ha tratado de alguna manera de modernizar pero no se resuelve el problema como estamos viendo no funciona se ha tratado con la colocación de eco-tacho pero nada más, es por eso la importancia de la tesis en donde se trata de una manera correcta técnica y científica cual es el proceso de la recolección de residuos mi afán es que mi estudio estimule y sirva para hacer un verdadero sistema de recolección de residuos no solo para el área de estudio sino que se lo puede aplicar en el país en general.

El presente proyecto fue realizado la mayor parte del tiempo en el sitio y con esto se pudo conocer las necesidades y exigencia del sector, se pudo conocer el alto flujo de los visitantes que cada sábado y domingo se dan cita al sector para degustar los platos típicos que se ofrece en la zona lo que ha provocado un alto incremento en la generación de residuos sólidos. Al ser la avenida Mariana de Jesús el eje que concentra los negocios de comida requiere un trato especial en referencia a la gestión integral de manejo de los residuos sólidos.

Y fundamentalmente la educación a la población que se incentive la cultura de reciclaje que desde las viviendas los residuos vayan seleccionadas porque no es más limpia la ciudad que más se barre sino la que menos se ensucie.

Además espero que mi estudio sea una Pequeña fuente de un aporte para cualquier persona o institución que quiera avanzar sobre el estudio de la gestión de los residuos sólidos para que luego esta semilla de nuevos frutos.

5.2 RECOMENDACIONES

Para el correcto funcionamiento del sistema se realiza las siguientes recomendaciones:

- ❖ Para la recolección de los contenedores se tiene que buscar un horario el cual sea funcional con el tipo de sistema que se está usando, al tener los contenedores en las

calles y veredas es recomendable que el horario de recolección sea antes de las 7:00am o pasadas las 20:00, esto ya que los contenedores están ubicados en calles principales puede producir muchos tráfico y/o daños a los vehículos que se encuentran muy pegados a los contenedores.

- ❖ El sistema está diseñado para una cantidad de población lo cual con el tiempo puede ir variando con lo cual se tiene que hacer estudios frecuentes del correcto funcionamiento del sistema a mi parecer se tiene que hacer estudios cada seis meses de población puesto que si un contenedor no es suficiente para una zona se tiene que solicitar la colocación de otro que ayude con el flujo de residuos.
- ❖ Tomando en cuenta las rutas de recolección y sentidos de las calles es recomendable que ciertos puntos del recorrido se coloque los contenedores en el mismo sentido de la ruta, dando el ejemplo del sector de las urbanizaciones sería lo correcto colocar contenedores en las puertas de las urbanización pero en lo funcional no sería lo más óptimo ya que la ruta de recolección van de norte a sur y al ser la Avenida Mariana de Jesús un vía principal de alto flujo de transito no sería recomendable que el camión recolector gire bruscamente o invada vía, la recolección para los contenedores de las urbanización que se encuentran en contravía de la ruta se van a situar al frente lo cual facilite en la recolección de los desechos, las personas de las urbanizaciones van a tener el trabajo que llevar las fundas de los desecho a la vereda de al frente.
- ❖ Para la selección del centro de clasificación y transferencia se tiene que buscar un lugar amplio cerca al sector y que cuente con todas las características correctas para su buen funcionamiento. No sirve de nada realizar una recogida selecta si no se tiene un centro de clasificación ya que si no se tiene los residuos separados van a finalizar en el mismo lugar que los residuos no selecta.

5.3 BIBLIOGRAFÍA

- Consejería de Medio Ambiente, *Vivienda y Ordenación del Territorio sistema de gestión de RSU. Recogida neumática*. Madrid 2006.
- Diaz, Bertoldi, Bidlingmaier. *Compost science and technology*. 2007
- Dipalme. *Consortio para la recogida y transporte de RSU*. 27/01/2013. www.dipalme.org
- Emaseo. *Contenerización*. Quito Distrito Metropolitano. 2012.
- European Statistics, Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu>
- Environment Protection Agency. *Waste Definitions*. 2009
- Metcalf, Eddy. *Wastewater engineering treatment disposal and reuse*. Ed McGraw-Hill. 1991.
- Ministerio del Ambiente. *Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental*. 20/11/2012 <http://www.ambiente.gob.ec/>
- Natalini, Klees, Timer. *Reciclaje y reutilización de materiales residuales*. Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. 2000.
- RedCicla. Portal sobre reciclaje. 20/09/2012. www.redcicla.com
- Rumiñahui. *Reporte anual de actividades cantón Rumiñahui 2012*. <http://www.ruminahui.gob.ec>

- Servicios de rentas internas. *Impuesto redimible a las botellas plásticas no retornables*. 05/11/2012. <http://www.sri.gob.ec/web/guest/impuesto-redimible-a-las-botellas-plasticas-no-retornables>
- Soliva, Huerta. *Compostaje de los lodos de Edar*.2004
- Themac, *Contenedores Metálicos. Camión Lava contenedor. Camión Compactador*. 2012.
- Tchobanoglous, Theisen, Vigil. *Gestión Integral de Residuos sólidos*. Ed McGraw-Hill. 1994