

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

**MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RELLENOS
SANITARIOS MANUALES, PARA POBLACIONES ENTRE
15.000 Y 30.000 HABITANTES EN EL ECUADOR**

Directora de Tesis

Ingeniera: KATTY CORAL CARRILLO

DECANA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

Elaborado por:

NELSON A. BENAVIDES OBANDO

Quito – Ecuador

2007

AGRADECIMIENTOS

Como un homenaje de amistad a mi querida amiga Señorita Ingeniera Katty Coral Decana de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Internacional SEK, a mis profesores, que han compartido su conocimientos y de manera especial a mi esposa, hijos y nietos que me han apoyado moralmente y me han hecho un referente de amor y confianza que son la base de un proceso para encontrar buenos resultados y demostrar que uno también puede ser un facilitador, asesor para la aplicación de estos nuevos conocimientos, y así colaborar con la sociedad y el medio ambiente en el que nos desenvolvemos.

RESUMEN

Es un hecho cada vez mas claro, el impacto negativo de la inadecuada disposición final de los residuos en el ambiente y en la salud.

La población debe tomar conciencia de la importancia de este problema, se debe demandar una acción más decidida de las instituciones públicas para solucionarlo. Las autoridades gubernamentales deben empezar a tomar acciones con la finalidad de atenuar los efectos negativos de esta mala práctica.

Hay que mencionar que el problema de la disposición final de residuos adopta características particulares en localidades pequeñas debido a varios factores:

- La falta de recursos para el servicio de limpieza
- La ausencia de información sobre las consecuencias negativas de los botaderos
- La ausencia de conocimientos acerca de cómo enfrentar el problema de la disposición final inadecuada de residuos.

De allí la necesidad de una guía actualizada que abarque todas las etapas involucradas en la puesta en marcha de un relleno sanitario manual para pequeñas poblaciones. Este panorama se agrava debido a:

- 1.- La crisis institucional
- 2.- La debilidad institucional
- 3.- La poca educación sanitaria

4.- La escasa participación ciudadana, lo que constituye otra de las causas que agravan el problema: comprometiendo la Salud Pública, aumentando la Contaminación de los recursos naturales y el ambiente, deteriorando la calidad de vida de la población.

Ante esta situación, es imprescindible que los municipios y los organismos gubernamentales afronten con valentía la gestión de los residuos sólidos. Teniendo en cuenta entre otras consideraciones:

- 1.- El nivel de educación ambiental de la comunidad
- 2.- Los sistemas de tratamiento y disposición final, inherentes a los procesos de recolección, transporte, tratamiento y eliminación.

De allí que el relleno sanitario es el método más adecuado para la disposición final de los residuos sólidos, es el único admisible, ya que no presenta peligro alguno ni riesgos para la salud pública. Además minimiza la contaminación y otros impactos negativos en el ambiente:

El relleno sanitario es la técnica que mejor se adapta en nuestro medio para disponer de manera sanitaria los residuos sólidos, y esto desde el punto de vista técnico como económico; Acompañado de una buena gestión integral, es decir con el manejo adecuado de una serie de actividades asociadas con la generación, separación almacenamiento, recolección, transporte, barrido, tratamiento y disposición final, a fin de que se armonicen con los mejores principios de Salud Pública, de Economía, Ingeniería, Estética y otras consideraciones ambientales. De allí que el relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económicamente factible, tanto en beneficio de poblaciones con menos de 30.000 habitantes, que no tienen forma de adquirir equipo pesado para construir y operar un relleno sanitario convencional.

Esta técnica de operación solo requiere equipo pesado para la adecuación del sitio, para la construcción de la vía interna, la preparación de la base de soporte o la excavación de zanjas y la extracción de material de cobertura, los demás trabajos pueden realizarse con los trabajadores. Por último este tipo de relleno puede servir a dos o más poblaciones, hasta llegar a convertirse en una solución regional; es decir estar en condiciones de brindar el servicio de disposición final de residuos sólidos a varias poblaciones cercanas y que generen hasta 15 toneladas diarias.

ABSTRACT

On this days and even clear a negative impact due to the non proper final disposition of solid waste is damaging the environment and health.

The population should be conscious about this problem. It should be demanded to take action to the public institutions to solve it. The governmental authorities should begin to take actions aiming to reduce these negative environmental impacts and these wrong practices.

It is necessary to mention that these practices are adopted in small towns due to a variety of factors:

The lack of services in the cleaning aspect

The lack of information about the negative consequences of the dams/landfills

The lack of resources for cleaning services

The lack of information about the negative consequences of dams

The unknowledge about face the inappropriate problem to the final disposition of waste

From there a necessity of having and update that cover the involved steps in a propose of develop a landfill guideline for small towns. This would damage the following:

1. institutional crisis
2. weakness of institution
3. Little sanitary education
4. The few social participation is other factor that increase the problem

At this situation is unpredictable that the municipality of the governmental organisms faces the corage of the landfill management. Also considering the following problems:

1. the education level in the comunita
2. the waste system and inherent final disposition of the process that the recollection, transport, treatment and elimination

From there the landfill is the most appropriate method is the final disposition for the solid waste. It is the only one that not represent a harm and nor risk of the final disposition of the public health. Moreover, it reduces the pollution and other environmental impacts:

A landfill is a technique that is better adapted to our environment to dispose in a sanitary way and from the dam. Joined to this good integral management, with an appropriate . He sanitary landfill is the technique that better adapts in our middle to have sanitary way the solid residues, and this since the technical as economic point of view. It accompanied by a good integral management, that is to say with the adequate management of a series of activities associated with the generation, separation storage, harvesting, transportation, sweeping, processing and final disposition, in order to that they harmonize with the better principles of Public Health, of Economy, Engineering, Esthetics and other environmental considerations. Of there that the manual sanitary landfill is presented like a so much, economically feasible and technical alternative for the benefit of populations with less than 30.000 inhabitants, that do not have form to acquire heavy equipment to build and to operate a conventional sanitary landfill. This technique of alone operation requires heavy equipment for the adaptation of the place, for the construction of the internal way, the preparation of the base of backup or the excavation of trenches and the cover material extraction, the other works can be carried out with the workers.

Finally this type of backfill can serve to two or more populations, until arriving to be become a solution regional; that is to say to be in conditions of offering the service of final disposition of solid residues to several nearby populations and that they generate to 15 daily tons.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Págs.
------------------	--------------

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 Introducción	1
1.2 Antecedentes y justificación	2
1.3 Análisis de la situación del Ecuador	4
1.4 Aspectos críticos de las municipalidades en el manejo de los RS	6
1.5 Marco Teórico	10
1.6 Desarrollo Sustentable	13
1.7 Impacto Ambiental (IA)	13
1.8 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)	14
1.9 Estudio de Impacto Ambiental (EsIA)	15
1.10 Marco Legal	16
1.10.1 Derecho Ambiental	16
1.10.2 Legislación Ambiental en el Ecuador	17
1.10.3 Constitución Política del Estado	17
1.10.4 Ley de Gestión Ambiental	18
1.10.5 Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental	18
1.10.6 Ley de Régimen Municipal	19
1.10.7 Código de la Salud	19

CAPÍTULO 2

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Antecedentes	20
2.2 El Problema de los Residuos Sólidos	21
2.3 Características de los Residuos Sólidos	23
2.4 Clasificación	24
2.5 Producción	25
2.6 Volumen de diseño	27
2.7 Composición	27

2.7.1	Composición física	27
2.7.2	Composición química	28
2.7.3	Peso específico	30
2.8	ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	30
2.8.1	Tamaño de los recipientes	31
2.9	TRANSPORTE de los residuos sólidos	32
2.9.1	Frecuencia de recolección	33
2.9.2	Horarios	34
2.9.3	Cobertura de recolección	35
2.9.4	Equipo	35
2.10	BARRIDO de calles, limpieza áreas públicas y disposición final	35
2.10.1	Barrido manual	36
2.11	DISPOSICIÓN FINAL	37
2.11.1	Reciclaje	37
2.12	RELLENO SANITARIO	38
2.12.1	Tipos de rellenos sanitarios	38
2.12.2	Método de construcción de un relleno sanitario	40
2.13	Diseño de celdas	41
2.14	Material de cobertura	42
2.15	Ubicación del sitio para el relleno sanitario	44
2.16	PREDISEÑO	46
2.17	Reacciones que se generan en un relleno sanitario	47
2.17.1	Cambios físicos, químicos y biológicos	47
2.17.2	Climatología	48
2.17.3	Características de los lixiviados	48
2.17.4	Gases	50
2.18	DISEÑO	51
2.19	OPERACIÓN	53

CAPÍTULO 3

RELLENO SANITARIO MANUAL

3.1.	Planificación	56
3.1.1	Levantamiento topográfico	56
3.1.2	Diseño preliminar	57

3.1.3	Planos de detalle	57
3.1.4	Preparación del terreno y construcción de las obras	58
3.1.5	Operación y mantenimiento	58
3.2	DISEÑO DEFINITIVO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL	58
3.2.1	Información básica, Aspectos demográficos, Población	59
3.2.2	Proyección de la población	59
3.3	Selección del método de relleno	59
3.3.1	Método de zanja o trinchera	60
3.3.2	Dimensiones de la zanja	60
3.4	Generación de lixiviado	61
3.4.1	Diseño del sistema de drenaje de lixiviado	62
3.4.2	Monitoreo de la calidad del agua	62
3.4.3	Localización de los pozos de monitoreo	62
3.4.4	Parámetros más representativos para análisis de agua y lixiv. 62	
3.5	La celda diaria	64
3.6	Mano de obra	64
3.7	Proyecto paisajístico	65
3.8	Análisis de Impactos ambientales	65

CAPÍTULO 4

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DEL RS

4.1	Preparación del terreno	66
4.1.1	Limpieza y desbroce	66
4.1.2	Tratamiento del suelo de soporte	66
4.1.2.1	Nivelación	66
4.1.2.2	Drenaje	67
4.2	Cortes y conformación de taludes del terreno	68
4.3	Infraestructura periférica	68
4.3.1	Vía de acceso	68
4.3.2	Drenaje perimetral de aguas lluvias	69
4.4	Infraestructura del relleno sanitario manual	69
4.4.1	Drenaje y manejo del lixiviado	69
4.4.2	Construcción del sistema de drenaje interno de lixiviado	70
4.4.3	Tratamiento del lixiviado	71

4.4.4	Drenaje de gases	71
4.4.5	Pozos de monitoreo	72
4.4.6	Zona de amortiguamiento y protección	73
4.4.7	Caseta de control y almacenamiento de materiales	73
4.4.8	Patio de maniobras	73
4.5	Construcción, operación y mantenimiento	74
4.5.1	Construcción	74
4.5.2	Método constructivo	74
4.5.2.1	Método de área	74
4.5.2.2	Método de trinchera	74
4.5.2.3	Método combinado	75
4.5.3	Cobertura de la celda	75
4.5.4	Compactación	76
4.6	Operación	76
4.6.1	Plan de operaciones	76
4.6.2	Mano de obra	77
4.6.3	Herramientas de trabajo	78
4.6.4	Operación en épocas de lluvias	78
4.6.5	Acabado final y asentamientos	79

CAPÍTULO 5

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) PARA UN RS MANUAL

INTRODUCCIÓN

5.1	Aspectos sociales, económicos y ambientales	83
5.2	Plan de Manejo Ambiental (PMA)	84
5.2.1	Administración y servicios a la comunidad	84
5.3	Cierre o abandono	84
5.3.1	Proyecto paisajístico	85
5.3.2	Arborización del lugar	85
5.3.3	Tratamiento de taludes	85
5.3.4	Áreas de recreación	85
5.4	Ruido	86
5.5	Medio Biótico	86
5.5.1	Caracterización Ecológica	86

5.5.2	Flora	86
5.5.3	Fauna	87
5.5.4	Metodología de estudio	87
5.6.	Población y vivienda	89
5.6.1	Aspectos educativos	90
5.7	Factores ambientales a ser evaluados	90
5.8	Acciones ambientales a ser evaluadas	93
5.8.1	Identificación de Impactos Ambientales	96
5.8.2	Caracterización de Impactos ambientales	96
5.9	Plan de Manejo Ambiental	97
5.9.1	Introducción	97
5.9.2	Control de aguas, sistema de tratamiento	99
5.10	Plan de Contingencias	100
5.10.1	Sistema de control de vectores y roedores	101
5.10.2	Plan de capacitación	103
5.10.2.1	Objetivo	104
5.10.2.2	Reuniones de capacitación ambiental	104
5.10.2.3	Metodología para desarrollar reuniones de capacita.	104
5.10.2.4	Elementos de capacitación	105
5.10.2.5	Temas de capacitación	106
5.10.2.6	Contaminación ambiental, fuentes de origen	106
5.11	Desechos sólidos y líquidos: fuentes y origen	106
5.11.1	Recursos naturales	106
5.11.2	Prevención de enfermedades prevalentes	106
5.11.3	Personal a capacitarse	107
5.11.4	Capacitadores	107
5.11.5	Resultados esperados	107
5.11.6	Equipos y materiales	107
5.11.7	Tiempo de duración de la capacitación	108
5.12	Plan de señalización	108
5.12.1	Objetivo	108
5.12.2	Tipos y elementos de señalización	108
5.12.3	Leyendas y carteles de toma de conciencia	108
5.13	Plan de monitoreo ambiental	109
5.14	Plan de cierre	112

5.15	Presupuesto estimado	113
5.16	Propuesta de ordenanza	116

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1	Conclusiones	117
6.2	Recomendaciones	119
	Glosario de Términos	123
	Referencias Bibliográficas	128

ÍNDICE DE ANEXOS:

	Anexo 1.- Proyecto de ordenanza	131
	Anexo 2.- Planos y detalles constructivos	141
	Anexo 3.- Alternativas para localización de un RS (Matriz)	147
	Anexo 4.- Árbol de problemas	150
	Anexo 5.- Fotografías ilustrativas, de obras en ejecución	150
	Anexo 6.- Memoria de cálculo	159
	6.1.- Ejemplo de cálculo para diseñar un relleno sanitario	169
	Resumen Ejecutivo	181

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1	Generación per cápita de residuos sólidos en el Ecuador	8
Cuadro N° 2	Agrupación de municipios por tamaño de población	20
Cuadro N° 3	Proyección de la población servida a 20 años	26
Cuadro No 4	Residuos Sólidos en % realizado por la EMAC	28
Cuadro N° 5	Composición química de residuos sólidos % en peso, en varias ciudades	29
Cuadro N° 6	Lixiviados generados en rellenos sanitarios	49
Cuadro N° 7	Parámetros para medir la calidad del agua y lixiviado	63
Cuadro N° 8	Cronograma de actividades para el proceso de implantación del relleno sanitario	80
Cuadro N° 9	Mamíferos en el área de influencia	87
Cuadro N° 10	Aves en las regiones del país	88

Cuadro N° 11	Anfibios y reptiles del país	89
Cuadro N° 12	Factores ambientales considerados para la caracterización ambiental del área de influencia	90
Cuadro No 13	Acciones consideradas durante la fase de construcción	94
Cuadro N° 14	Acciones consideradas necesarias durante la fase de operación del relleno sanitario	95
Cuadro N° 15	Monitoreo ambiental para un relleno sanitario	110
Cuadro N° 16	Matriz de estimación de costos para el Plan de Manejo Ambiental	113
Cuadro N° 17	Densidad de diseño de celda diaria para relleno Sanitario Manual	163
Cuadro N° 18	Coeficiente de Permeabilidad “K”	165
Cuadro N° 19	Para calcular el volumen y área requerida para el Relleno sanitario.	180

ABREVIATURAS

OPS	Organización Panamericana de la Salud
AA	Auditoría Ambiental
RS	Residuos Sólidos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
EAP	Evaluación Ambiental Preliminar
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
ONG	Organización No Gubernamental
OI	Organizaciones Internacionales
OPS/OMS	Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud
USAID	Agencia de Estados Unidos para el desarrollo Internacional
PMA	Programa de Mitigación Ambiental
SIG	Sistema de Información Geográfica
SP	Solicitud de Propuesta
TdR	Términos de Referencia
SSA	Subsecretaría de Saneamiento Ambiental
Ppc	Producción per cápita
IA	Impacto Ambiental
EsIA	Estudio de Impacto Ambiental
SUMA	Sistema Único de Manejo Ambiental
CIGER	Comité Interinstitucional para la Gestión de Residuos
AME	Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BEDE	Banco del Estado
EMAC	Empresa Municipal de Aseo (Cuenca)
EMASEO	Empresa de Aseo (Quito)
GTZ	Agencia Alemana de Cooperación Técnica
CIGER	Comité Interinstitucional para la Gestión de Residuos Sólidos
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EEA	Evaluación de Estudios Ambientales
PB	Plomo
pH	Potencial Hidrógeno

PMA	Plan de Manejo Ambiental
ppm	partes por millón
dB	decibeles
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramos
m³	metros cúbicos

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GENERALES

1.1 INTRODUCCIÓN

El problema de los residuos sólidos en el Ecuador, representa un tema preocupante y complejo para toda administración municipal. El acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el aumento de la actividad industrial y el incremento en los patrones de consumo contribuyen al serio problema de la generación de los residuos sólidos.

De conformidad con la Ley de Régimen Municipal, el manejo de los residuos sólidos es responsabilidad de las municipalidades, quienes podrán contratar, conceder y coordinar con otras entidades, cualquiera de las actividades de servicio. Por su parte las municipalidades expiden mediante ordenanzas las normas reglamentarias que estimen necesarias para la recolección, manejo y disposición final de los residuos sólidos.

“La Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS) reporta que en la región de América Latina en los centros urbanos alrededor de 350 millones de habitantes, quienes generan unas 275.000 toneladas de basura diariamente, de las cuales solo se recolecta un promedio de 70% y únicamente el 35% se dispone en rellenos sanitarios. Además, se estima que laboran unos 100.000 segregadores informales.

Dentro de este contexto regional, Ecuador localizado al noroeste de América del Sur, cuenta con una población de casi 13 millones de habitantes (55% ubicados en asentamientos rurales), responsables de unas 7.400 toneladas de residuos sólidos que generan diariamente.

Los servicios de aseo proporcionados por las municipalidades del país son precarios en calidad, eficiencia y cobertura, como lo demuestra el hecho de que solamente un 49% de dicho tonelaje se esté recolectando mediante procedimientos no

informales y con cierta eficiencia, y que solo 2.187 toneladas de dichos residuos son dispuestos adecuadamente (OPS/OMS). Esta debilidad en materia de servicios, pero sobre todo la falta de infraestructura para la correcta disposición de los residuos, se ha traducido en un deterioro generalizado del entorno ambiental tanto en localidades urbanas como en los asentamientos rurales; generando también, importantes efectos sobre la salud pública y comprometiendo el bienestar de la comunidad, especialmente en aquellos segmentos con menos oportunidades y mayores carencias.

Esta situación, de por sí grave, reviste una mayor importancia si se considera que la problemática asociada al manejo inadecuado de los residuos sólidos sin duda alguna está impactando espacios ambientalmente sensibles (zonas de recarga de acuíferos), de alta diversidad ecológica (pantanos, marismas, humedales, bosques tropicales, entre otros), así como reservas ecológicas y parques nacionales.

A fin de que el manejo de los residuos sólidos se lleve a efecto en forma más eficiente, con mayor sostenibilidad económica, con equidad social y con sustentabilidad ambiental, es necesario fortalecer el sector de los residuos sólidos en el Ecuador, considerando para ello, las diferentes áreas temáticas involucradas, como son la Participación del Estado, la Economía del sector, el Marco Legal, la Gestión Ambiental, el Componente de Salud y la Participación de la Sociedad en general”¹.

El problema de los residuos sólidos municipales está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión y tiende a agravarse en determinadas regiones como consecuencia de múltiples factores, entre ellos el acelerado crecimiento de la población y su concentración en áreas urbanas, el desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases y empaques de plásticos, así como de materiales desechables.

1.2 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

En diferentes ocasiones, se ha intentado dar solución al problema de los residuos sólidos en el país. Durante los años setenta, el Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias (IEOS), adscrito al Ministerio de Salud Pública, tenía la responsabilidad del

¹ Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Ecuador – Mayo 2002-autor- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, División de Salud y Ambiente/(OPS/OMS) - Introducción – Antecedentes-Pág. 1

sector de agua potable y saneamiento, dentro del cual se incluía la gestión de residuos sólidos.

Durante los años 80, el IEOS trabajó en la implementación de dichos estudios con la colaboración de los municipios. Entre 1989 y 1990, el IEOS realizó la primera encuesta sobre cantidad y calidad de los residuos sólidos, cuyos resultados fueron publicados posteriormente por Fundación Natura.

En los años 90, esta institución trabajó en la expedición normativa del Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo referente al recurso suelo, publicado en el Registro Oficial No. 989, del 30 de julio de 1992 y del Reglamento para el Manejo de Desechos Sólidos, publicado en el Registro Oficial No. 991, del 3 de agosto de 1992. Posteriormente, el IEOS dejó de existir nominalmente, pero su personal técnico y todas sus funciones se trasladaron a la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Desarrollo Urbano y de Vivienda (MIDUVI).

En la década de los 90, el Banco del Estado (BEDE) realizó múltiples estudios de manejo de residuos sólidos e iniciativas para la implantación de estudios en cuanto a rutas de recolección y rellenos sanitarios.

Entre 1994 y 1999, la Asociación de Municipalidades Ecuatorianas (AME) realizó la implantación de rellenos sanitarios en 10 municipios pequeños y medianos. En este periodo el Municipio de Quito realizó su Plan Maestro y el Municipio de Guayaquil concesionó el servicio de aseo urbano e inauguró el relleno sanitario “Las Iguanas” el más grande del país.

A fines de 1999, el Ministerio de Salud, a través de Fundación Natura, realizó estudios sobre desechos hospitalarios en algunas ciudades del país; y Fundación OIKOS inició un programa de reducción de residuos industriales, con la aplicación de tecnologías limpias.

En septiembre del 2000, el MIDUVI, a través de la Subsecretaría de Saneamiento Ambiental (SSA), con la colaboración de la Agencia de Cooperación Alemana (GTZ), realizó un análisis del marco jurídico e institucional relacionado con el

manejo de los residuos en el Ecuador, con el objeto de plantear acciones y estrategias para un reordenamiento del sector.

No obstante los esfuerzos realizados para atender la problemática relativa al mal manejo de los residuos sólidos, como lo señalan las iniciativas antes señaladas, se puede decir que actualmente constituye un problema de alcance nacional, ya que los servicios básicos de aseo urbano en el país, en términos de cobertura, eficiencia y calidad, no han logrado atender a la mayoría de la población en forma satisfactoria, situación que compromete seriamente la salud y el bienestar de la comunidad, afectando con mayor intensidad a los segmentos menos privilegiados económicamente de la población.

Se puede decir por lo tanto, que la falta de infraestructura y la carencia de servicios eficientes para el manejo de los residuos sólidos son el motivo fundamental para que se registren coberturas sumamente deficientes en cuanto a la recolección y a la disposición final de estos residuos.

1.3 ANALISIS DE LA SITUACION DEL ECUADOR

“El Ecuador ha sufrido un fuerte deterioro social en los últimos años. El principal problema es la existencia de un nivel alto de pobreza entre sus habitantes, llegando en el área rural al 67% y en el área urbana al 40%, el déficit de servicios básicos, constituye un problema prioritario que ha impedido el desarrollo del país. Al respecto, se estima que más de 4’084.000 habitantes no cuentan con agua potable y menos de 5’275.000 habitantes no cuentan con servicios adecuados de saneamiento.

En lo que a residuos sólidos se refiere, más del 50% de la población urbana no tiene acceso directo a servicios de recolección formales y eficientes, mientras que en el área rural prácticamente no existe este servicio. Así mismo, sólo el 30% de la basura generada se dispone en buenas condiciones, por lo que el 70% restante se arroja en cuerpos de agua, quebradas, terrenos baldíos y basureros clandestinos.

En ese sentido, la región de la Sierra presenta una cobertura de servicio del 54% mayor a las otras regiones, tanto en el ámbito urbano como en el rural. Así mismo, en la última década, la cobertura de los servicios para el manejo de los residuos sólidos

en el ámbito urbano, se incrementó un 30% en la región de la Costa; mientras que en la Sierra, el incremento fue apenas del 3%; del 16,6% en la región Amazónica y un decremento notable en la región Insular”².

Esta situación ha generado graves problemas de afectación del suelo, del agua y del ambiente en general. En los sitios donde se disponen inadecuadamente los residuos, se crean habitats de vectores transmisores de enfermedades gastrointestinales y respiratorias.

En los botaderos de basura se hallan personas que realizan actividades económicas en condiciones infrahumanas y en muchos sitios, se alimentan cerdos con estos desperdicios, lo cual representa un grave problema de salud pública, por la presencia de la triquina en la carne de cerdo, responsable de la cisticercosis en la población, situación grave que se comprueba por la frecuencia del apareamiento de esos casos en los establecimientos de salud.

La mayor parte de los servicios de aseo tienen ingresos a través de tasas relacionadas con el consumo de energía eléctrica, las mismas que generalmente son del orden del 10%, existiendo un reducido grupo de municipios que lo hace a través del impuesto a los predios urbanos.

La primera ciudad en establecer una tasa de cobro fue Quito en 1989. Posteriormente casi todas las demás ciudades han ido adoptando esta modalidad, incluso Guayaquil en donde el porcentaje es del 12%. Cabe mencionar que esta modalidad siempre ha sido cuestionada (ya que no responde a un estudio técnico), especialmente por los industriales, quienes son grandes consumidores de energía y, por lo tanto, son los que más pagan por este concepto.

No existe información relacionada con la composición del presupuesto del sector de residuos sólidos a nivel nacional, toda vez que cada municipio maneja independientemente su propio presupuesto. Generalmente el presupuesto asignado a los servicios de aseo se halla inmerso dentro de partidas presupuestarias que imposibilitan definir el real costo de los mismos.

²Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Ecuador – Mayo 2002-autor- Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, División de Salud y Ambiente/(OPS/OMS) – “Análisis Situacional – Pág. iii [http://www.cepis.ops-oms.org/residuos sólidos-textos completos](http://www.cepis.ops-oms.org/residuos_sólidos-textos_completos)

El servicio, en su gran mayoría, está a cargo de las municipalidades, en las que normalmente existe una excesiva cantidad de personal para la prestación del servicio, pero un gran déficit en infraestructura.

Al respecto, existen algunas experiencias ligadas con la participación de la iniciativa privada en la provisión de los servicios de aseo urbano, como es el caso de las ciudades de Guayaquil y Quito, en donde los servicios se han concesionado a empresas privadas desde hace aproximadamente 10 años.

En la actualidad, no existe una política institucional a nivel nacional para la recolección, transporte, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos; por lo que cada una de las instituciones públicas y ministerios relacionados con el tema aplican criterios y estrategias distintas para atender situaciones comunes.

En ese sentido, la definición de actividades para cada uno de los ministerios involucrados en la gestión de los residuos sólidos, como son el MIDUVI, el Ministerio de Salud y el Ministerio del Ambiente, no están claramente definidas, por lo que operan de manera disfuncional, ya que existen indefiniciones y traslapes en sus responsabilidades. El enlace que existe entre estas tres instituciones del sector público está dado sólo en el papel, a través de las responsabilidades que les han sido asignadas en los instrumentos jurídicos; pero en la práctica, cada uno actúa de manera independiente al respecto.

A lo anterior, se debe sumar la falta de participación de la comunidad en la solución de esta problemática, fundamentalmente por la falta de espacios, que deben ser brindados por el sector gubernamental.

En cuanto a los aspectos legales, existen leyes que definen claramente las competencias, así como los programas que deben ser ejecutados por Ley. Sin embargo, existen vacíos jurídicos, contradicciones y conflictos legales que conllevan la necesidad de modificar leyes y realizar una reforma estructural del sector.

1.4 ASPECTOS CRÍTICOS DE LAS MUNICIPALIDADES, en el manejo de los RS

- 1.- Baja capacidad de gestión
- 2.- Insuficiencia de información

- 3.- Desconocimiento del Marco Legal y su aplicación
- 4.- Carencia de instrumentos normativos de carácter técnico
- 5.- Presencia de minadores en botaderos
- 6.- Cantidades importantes de residuos sin recolectar
- 7.- Falta de rellenos sanitarios
- 8.- Manejo inadecuado de los residuos
- 9.- Abundancia de botaderos clandestinos
- 10.- Deterioro de la calidad de vida de la población
- 11.- Reducida participación comunitaria
- 12.- Ausencia de educación ambiental

Una de las consecuencias más importantes de la actividad humana es la generación de residuos, es decir, materiales a los que tras un uso determinado no se les da utilidad alguna, por lo que su último fin es deshacerse de los mismos.

De ser importante esta investigación, y con el aval de las autoridades de la Universidad Internacional “SEK” y de la Facultad de Ciencias Ambientales, se pondrá a disposición de la Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME) o de la ciudadanía que lo requiera, para recabar la opinión de quienes tengan interés en el tema.

Esta investigación pretende realizar, un “MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS MANUALES, PARA POBLACIONES ENTRE 15.000 y 30.000 HABITANTES EN EL ECUADOR”, modelo que sirva de base para poner en funcionamiento rellenos sanitarios, dado que la mayoría de las municipalidades del país, carecen de los recursos económicos necesarios y del tratamiento de los desechos sólidos, donde se depositan aproximadamente 12.90 toneladas de basura diarias a cielo abierto. (Éste valor se obtiene de multiplicar la población total 30.0000 habitantes por la producción per cápita Ppc. determinada 0,43 Kg/hab /día).

Cuadro N° 1
GENERACIÓN PER CÁPITA (Ppc) DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS DEL
ECUADOR (AÑO 1999)

CIUDAD	POBLACIÓN (HABITANTES) AÑO 1999	GENERACIÓN (KG/HAB/DÍA)
Guayaquil	2'600.000	0,75
Quito	1'600.000	0,75
Cuenca	400.000	0,75
Sto. Domingo de los Col.	340.000	0,65
Durán	236.900	0,55
Machala	220.000	0,63
Portoviejo	175.000	0,65
Manta	170.000	0,65
Ambato	160.000	0,60
Esmeraldas	128.901	0,40
Riobamba	124.000	0,64
Loja	118.000	0,60
Milagro	128.000	0,63
Quevedo	145.000	0,52
Ibarra	98.000	0,60
La Libertad	68.000	0,65
Babahoyo	62.900	0,65
Chone	54.000	0,50
Sucre	50.000	0,50
Latacunga	49.150	0,55
Tulcán	45.400	0,55
Pasaje	44.589	0,63
Sangolquí	44.000	0,55
Calderón	43.000	0,55
Santa Rosa	40.900	0,60
El Empalme	35.409	0,40
Huaquillas	34.900	0,60
Daule	33.000	0,60
Nueva Loja	32.000	0,70

Fuentes: Censo Nacional año 1999. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Proyecto de Energía Alternativa - Uso de Residuos Sólidos de Origen Urbano. POMEZTEC. Ing. Francisco de la Torre, 1996. Sistema de Gestión Ambiental de Gobiernos Locales, Bioregión del Golfo de Guayaquil, Ejes Norte y Central. Astec Cía. Ltda. - Proyecto PATRA del Ministerio del Ambiente. Noviembre de 2001. "Diagnóstico Preliminar Sectorial del Manejo de los Residuos Sólidos en el Ecuador", OPS, 2001.

La demanda de recursos del nivel municipal ante el aparato público no está en función de previsiones presupuestarias sino de transferencias automáticas de los recursos en cumplimiento de leyes especiales, las mismas que llegan a la “caja negra municipal” para ser entonces usados en los distintos sectores de prestación de servicios.

EMASEO por ejemplo, se basó en los siguientes coeficientes de gestión para establecer su presupuesto para el 2001:

Población atendida	1'900.000 habitantes
Producción per cápita	0,744 kg /hab/día
Generación diaria	1.400 ton/día
Recolección EMASEO	826 ton/día
Recolección privada	350 ton/día
Cobertura de recolección	84%
Reciclaje espontáneo	7% (100 ton/día)
Cobertura total	91%

Consecuentemente el manejo de los residuos sólidos no ha sido un tema de interés nacional. En torno al tema no ha sido generada política alguna a nivel nacional, esto se traduce en el plano financiero, en el hecho de que hasta el día de hoy no ha existido ninguna planificación financiera a nivel nacional orientada específicamente al sector.

El objetivo de la investigación será, lograr el desarrollo sustentable del modelo de gestión de los residuos y desechos sólidos manuales, para poblaciones de hasta 30.000 habitantes en el Ecuador, buscando un adecuado equilibrio entre los componentes sociales, económicos y ambientales, así como la mitigación de impactos ambientales negativos y la potenciación de los impactos positivos; en el manejo y disposición final de los desechos sólidos de las diferentes municipalidades del país.

El presente trabajo intentará:

- a. Proponer un manejo eficiente de la recolección, barrido y disposición final de los desechos sólidos en municipios (entre 15.000 y 30.000 habitantes).

- b. Dar directrices para promover y alcanzar calidad y cobertura de los servicios de manejo de los residuos sólidos, a fin de prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de la población.
- c. Tomar al manejo de basuras en un proyecto de ingeniería que cuente con la asistencia técnica adecuada, en municipios pequeños (entre 15.000 y 30.000 habitantes).
- d. Proponer un PMA que permita mitigar los posibles impactos ambientales originados por la operación de los RS.
- e. Contribuir a racionalizar el uso de los recursos humanos, administrativos y financieros asignados por las municipalidades para esta actividad.
- f. Crear y aplicar Ordenanzas Municipales, que tengan relación con la tasa de recolección de basura, lo que permitirá un adecuado nivel de autogestión, mediante el fortalecimiento del marco político, legal e institucional (municipal) que viabilice la ejecución efectiva del modelo.
- g. Incorporar al Modelo, conclusiones que se deriven del manejo del barrido, recolección y disposición final

1.5 MARCO TEÓRICO³

La ecología ha definido al “ambiente”³ como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad. Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades.

El concepto de ambiente tuvo a final del año sesenta dos significados bastante claros, según se aplicara en los países industrializados o en los países en vías de desarrollo. En los primeros la temática ambiental se concentraba casi exclusivamente en los aspectos de contaminación, en cuyo caso resulta correcto considerar que los problemas ambientales tenían un carácter tecnológico.

En los países en vías de desarrollo, el concepto era mucho más amplio o de carácter socio económico y político más que tecnológico, puesto que se consideraban problemas ambientales prioritarios precisamente los derivados del subdesarrollo:

- Problemas sanitarios
- Condiciones muy deficientes de los asentamientos humanos.
- Falta de viviendas y escuelas
- Deficiencias de nutrición
- Tala indiscriminada de bosques y pérdida de suelos
- Destrucción o mala explotación de recursos naturales, etc.

A estos problemas propios del subdesarrollo hay que añadir los que pueden generarse de un desarrollo que no considere en sus proyectos la variable ambiental.

A fines de la década de los 80, el concepto de ambiente tomó un sentido único y generalizado, cada vez más amplio, hasta el punto de que conceptos tan complejos y extensos como los de “calidad de vida” y “asentamientos humanos” se integran en su temática.

El término ambiente ya fue reconocido en la Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo en 1972.

A continuación se describen algunas definiciones de ambiente en ciertas legislaciones del mundo:

Ley de Protección Ambiental del Canadá. 1988.- Para esta Ley, el ambiente significa todos los componentes del planeta tierra, e inclusive el aire, el agua, el suelo, los distintos niveles atmosféricos, toda materia orgánica e inorgánica, los organismos vivos y los sistemas naturales que interactúan.

Ley Egipcia sobre el Ambiente. 1994.- El ambiente se refiere a las circunscripciones vitales que abarcan a las criaturas vivientes y sus contenidos de materiales así como el aire, agua y suelo dentro de sus compases, y lo establecido por el ser humano.

Ley Nacional de Protección Ambiental 1974. Australia.-El Ambiente implica todos los aspectos que rodean a los seres humanos y que los afectan ya sea como individuos o como grupo social.

Ley de Gestión Ambiental 1999. Ecuador.- El medio ambiente es el sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones en permanente modificación por la naturaleza o la

acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.³

Como se ve, cualquier definición general sobre el ambiente, incluye toda la gama de factores vivos e inertes que influyen la vida en la tierra y sus interacciones, entendiéndose como factores vivos a los animales (lo que a su vez incluye a los seres humanos). Y por factores inertes, tanto a los sistemas físicos que sustentan la vida en el planeta como la geografía, la hidrología la atmósfera la materia y la energía, así como componentes históricos, culturales, sociales, estéticos y el ambiente construido.

Para encarar a la gestión ambiental y sus problemas, es importante señalar los elementos que componen los recursos naturales:

- Calidad del aire
- Calidad y cantidad de agua
- Erosión y degradación del suelo
- Protección de especies en peligro
- Manejo adecuado de productos químicos peligrosos
- Tratamiento adecuado y disposición adecuada de desechos
- Administración y manejo adecuado de los recursos naturales que incluyen minería forestación, pesquerías, producción y exportación de petróleo, protección de ecosistemas lo que incluye a bosques, humedales, y sitios paisajísticos.

En 1988, la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas, llamada también la Comisión Brundtland, intentó visualizar los problemas que enfrenta la humanidad y ofreció nuevas perspectivas para abordar la doble cuestión del ambiente frente al desarrollo, y la gestión ambiental. El problema práctico que toda gestión ambiental enfrenta, es como proteger al ambiente y al mismo tiempo garantizar un nivel de desarrollo, de manera que sea consiente con el bienestar humano a escala global. Es así como surge un nuevo término divulgado y popularizado por la Comisión Brundtland y que constituye hoy por hoy una filosofía: “Desarrollo Sustentable”

³ Guía del Convenio de Diversidad Biológica. U.I.C.N.

1.6 DESARROLLO SUSTENTABLE⁴

En 1997, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente publicó el Primer informe sobre la Situación Global del Ambiente en el que se destacan las primeras amenazas ambientales que enfrentan varias regiones del planeta. El informe señala una serie de estas amenazas que constituyen, consecuentemente, actividades no sustentables:

- El uso de recursos renovables como el suelo, los bosques, el agua dulce, las zonas costeras, los recursos pesqueros y las áreas urbanas sobrepasa su capacidad de generación natural y por lo tanto no es sustentable.
- El incremento y uso extensivo de químicos como “combustible” para el desarrollo económico esta causando graves riesgos a la salud, intensa contaminación ambiental y problemas de tratamiento de desechos.
- El crecimiento rápido y no planificado de la urbanización, particularmente en las zonas costeras, esta poniendo mayor presión en los ecosistemas adyacentes.

La Comisión Brundtland citada anteriormente, definió el desarrollo sustentable como: “el desarrollo que cumple con las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para atender sus propias necesidades”.

El concepto de desarrollo sustentable lanzado por la Declaración de Estocolmo en el Principio 2 en 1972 establece: “los recursos naturales de la tierra incluidos el aire, el agua, el suelo, la flora y la fauna y especialmente las muestras representativas de los ecosistemas naturales, deben ser protegidos en beneficio de las presentes y futuras generaciones mediante una planificación y manejo adecuado”.

1.7 IMPACTO AMBIENTAL⁵ (IA)

Se define como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con

⁴ Enkerlin, Ernesto C. et al. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thopson Editores, México. 1997

⁵ Módulos de Educación Ambiental para docentes EGB. Inédito. PRODIA

implicaciones ambientales. Debe quedar claro, sin embargo, que el término impacto no significa negatividad, ya que este puede ser tanto positivo o negativo.

1.8 EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL⁵ (EIA)

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es un procedimiento jurídico-técnico-administrativo que tiene por objeto la identificación, predicción e interpretación de los impactos ambientales que un proyecto o actividad produciría en caso de ser ejecutado; así como la prevención, corrección y valoración de los mismos. Todo ello con el fin de ser aceptado, modificado o rechazado por parte de las autoridades competentes.

Los proyectos sujetos a EIA pueden ser, por ejemplo, la construcción de una represa hidroeléctrica, un puente o una fábrica; la irrigación de un gran valle; el desarrollo de una zona portuaria; el establecimiento de un área protegida, la construcción de un nuevo complejo de viviendas, la construcción de un relleno sanitario, entre otros.

Los informes de EIA identifican los problemas ambientales potenciales y las medidas para reducir los efectos ambientales adversos del proyecto.

Los objetivos generales de la EIA son dos:

- Promover a los niveles gerenciales, información sobre los efectos ambientales del proyecto propuesto, para evaluar las distintas opciones sobre su ejecución.
- Producir, en la medida de lo posible, proyectos adecuados ambientalmente.

La metodología respecto de la EIA depende directamente del tipo de proyecto sobre el que se va aplicar, de las características ambientales del lugar de implantación del proyecto y de la intensidad y extensión de los posibles impactos generados. Existiendo una serie de lineamientos básicos, una EIA suele girar en torno a las siguientes etapas:

ETAPA 1

Consiste en predecir e identificar las alteraciones producidas por el proyecto, incluso identificar la relación causal de cada posible alteración, el análisis de los

objetivos y acciones susceptibles de producir impacto, así como la definición de diagnóstico del entorno. Este diagnóstico comprende la visualización de elementos capaces de ser modificados, el inventario de estos elementos y la valoración del inventario.

ETAPA 2

Consiste en la identificación y predicción de los impactos ambientales. Si existe más de una alternativa de proyecto, se deberá hacer la valoración de impactos para cada una de ellas, lo que posteriormente hará posible una comparación de dichas alternativas, así como la selección más adecuada. En esta etapa se predice o se calcula la magnitud de los Indicadores de Impacto.

ETAPA 3

La última etapa comprenderá la interpretación de los IA y la selección de medidas correctivas y de mitigación, la definición de los impactos residuales después de aplicar esas medidas, el programa de vigilancia y control de alteraciones y, en caso de que sean necesarios, los estudios complementarios así como el plan de abandono y recuperación.

Por tal motivo, para lograr el máximo beneficio, la tendencia es que las EIA se implementen en la etapa inicial del proceso de diseño para permitir que influya desde el inicio y fomenten la consideración de alternativas.

1.9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL⁵ (EsIA)

Se puede definir como el estudio técnico, de carácter multidisciplinario, que incorporado en el procedimiento de la EIA, está destinado a predecir, valorar y corregir las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

Se trata de presentar la realidad objetiva, para conocer en qué medida repercutirá sobre el entorno la puesta en marcha de un proyecto, obra o actividad y con ello, la magnitud de la presión que dicho entorno deberá soportar.

“Un Estudio de Impacto deberá ser objetivo, eficaz e integral, para lograr un análisis interdisciplinario de una acción determinada mediante las siguientes estrategias:

- *Permitir establecer un conocimiento técnico-científico amplio e integrado de los impactos e incidencias de acciones humanas.*
- *Identificar anticipadamente los efectos ambientales negativos o positivos de acciones humanas y diseñar en forma oportuna acciones que minimicen los efectos ambientales negativos y que maximicen los efectos positivos.*
- *Permitir a la autoridad tomar decisiones de aprobación, rechazo o rectificación con pleno conocimiento de los efectos negativos y positivos que implica una acción humana.*
- *Permitir a la autoridad ejercer un debido control sobre la dimensión ambiental de las acciones, a fin de garantizar que ellas no perjudiquen el bienestar y salud de la población.*
- *Lograr la participación ciudadana de los distintos actores involucrados. Esto incluye establecer los nexos entre las diferentes instancias públicas con competencia ambiental”⁶.*

1.10 MARCO LEGAL PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

1.10.1 DERECHO AMBIENTAL

Los lineamientos del Derecho Ambiental se establecen en el análisis de la “Calidad de vida”, basadas en las características del ambiente para definir delitos contra él. De acuerdo a la concepción legislativa del Estado, ésta debe tener sanciones claras, debe ser coactivo para evitar la degradación ambiental, detener rígidamente la demanda ecológica sanciona la mala conducta ambiental de sus actores.

Es importante poner en consideración las leyes ambientales vigentes, estos cuerpos legales además de regular las decisiones específicas que se requieren para

⁶ Tomado del Libro: Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental, documento elaborado como parte de la Cooperación Técnica N° ATN/JF-6618-RG “Programa de apoyo para el mejoramiento de la gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe”

cada proyecto, constituyen un marco de referencia que definirá la calidad ambiental a mantenerse en el área del proyecto.

1.10.2 LEGISLACIÓN AMBIENTAL EN EL ECUADOR

La República del Ecuador está organizada bajo un sistema de gobierno unitario, lo que permite que la legislación sobre protección y control del ambiente sea obligatoria en todo el territorio. Por lo tanto, la legislación ambiental debe ser obedecida por todos los estamentos públicos y privados, tanto provinciales como municipales, los cuales están sujetos a la misma normatividad con relación al ambiente.

La normatividad existente en el País está orientada a reglamentar la conducta de la sociedad, por medio de la asignación de derechos y la necesidad de controles dentro del ámbito de acción de cada actividad, de manera que la norma legal incorpore elementos importantes que puedan ser aplicados en beneficio del ambiente y el manejo racional de los recursos naturales.

1.10.3 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO

Registro Oficial N° 1 del 11 de Agosto de 1998

Para conocer los derechos que la Constitución establece, es necesario saber porqué es importante que nuestros derechos se encuentren establecidos en ella. La Constitución es la norma suprema que contempla nuestros derechos, ninguna otra norma puede contraponerse a ella. Es allí que radica la importancia de que los derechos ambientales se encuentren establecidos en la misma.

La Constitución Política es superior a toda otra manifestación de la autoridad, debe ser obedecida por todos los poderes del Estado, esto implica que toda norma jurídica deberá tener su base en la Constitución para ser creada y no contravenida: cualquier norma legal que la contravenga es inaplicable.

LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO, en el art. 19, garantiza a toda la población ecuatoriana el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación. Para ello, el Estado debe velar porque este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

1.10.4 LEY DE GESTIÓN AMBIENTAL

Registro Oficial N° 245 del 30 de julio de 1999

En junio de 1999 se publica la Ley de Gestión Ambiental y, en marzo del 2003, se expide el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, conocido como TULAS, dentro del cual se incluye la norma de residuos sólidos. Esta norma secundaria busca la aplicabilidad de los derechos establecidos en la Constitución, La Ley de Gestión Ambiental y otras leyes con la finalidad de proteger el derecho a un ambiente sano.

El Libro VI, más conocido como el Sistema Único de Manejo Ambiental, SUMA, regula las formas y el sistema de calidad ambiental mediante el cual se controla que todas las obras de infraestructura, planes y programas se realicen con el más estricto cuidado de la calidad ambiental que merecemos, a través de la realización de Estudios de Impacto Ambiental, Auditorías Ambientales, entre otros instrumentos.

En suma, esta ley establece los principios y directrices de la política ambiental, determina las obligaciones, responsabilidades y niveles de participación de los sectores público y privado y señala límites permisibles, controles y sanciones en la materia. Consagra la protección de los derechos ambientales, tanto individuales como colectivos, a través de la concesión, a personas naturales, jurídicas o grupos humanos, la acción pública para denunciar la violación de las normas ambientales, sin perjuicio de la acción de amparo prevista en la Constitución de la República.

Con el establecimiento de estas medidas se puede, además, diseñar y proporcionar acciones que permitan la optimización del entorno socioeconómico de la población, logrando el mejoramiento de la calidad de vida, tanto de las poblaciones situadas en el Área de Influencia Directa como en el Área de influencia Indirecta del Proyecto.

1.10.5 LEY DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Contiene las normas para la prevención y control de la contaminación del agua, aire y suelo, así como las regulaciones aplicables para la conservación ambiental,

mejoramiento y restauración debidos al desarrollo de las actividades humanas. En el Capítulo IV, Art. 16, se prohíbe descargar, a los ríos, lagos y aguas marinas, aguas servidas que contengan contaminantes que afectan a la flora, fauna y la salud humana.

Las organizaciones creadas por esta ley regulan, controlan y prohíben las fuentes que directamente o indirectamente causen contaminación ambiental y degradación de los sistemas ecológicos en el territorio nacional. Se trata de una ley punitiva que contiene sanciones incluyendo multas y encarcelamiento de cualquier persona que no cumpla con las normas de prevención ambiental

1.10.6 LEY DE RÉGIMEN MUNICIPAL

Que rige la competencia y funcionamiento de los municipios, previene y controla la contaminación producida por descargas líquidas y sólidas, como también las emisiones a la atmósfera.

1.10.7 EL CÓDIGO DE LA SALUD

El Código de la Salud precautela nuestro derecho a la salud que está relacionado directamente con la contaminación del ambiente: por ejemplo, el Art. 12 manifiesta:

“Ninguna persona podrá eliminar hacia el aire, el suelo, las aguas, los residuos sólidos, líquidos o gaseosos, sin previo tratamiento que los conviertan en inofensivos para la salud”. Se trata de una violación a los derechos de la salud, que violan el derecho a vivir en un ambiente sano.

CAPÍTULO 2

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1 ANTECEDENTES

En vista de la imperiosa necesidad sanitaria de las municipalidades (219) quienes asumen la prestación de los servicios de limpieza urbana, estableciendo dentro de su estructura orgánica, unidades responsables de la provisión de tal servicio, en el manejo adecuado de los residuos sólidos y su disposición final, se ha considerado indispensable la búsqueda de obras de ingeniería alternativas para manejar adecuadamente la basura.

Para ello se propone un modelo de gestión, condicionado al tamaño poblacional de las municipalidades y prioritariamente a la distribución entre el área urbana y rural (ver Cuadro N° 2).

Cuadro N° 2

AGRUPACIÓN DE MUNICIPIOS POR TAMAÑO DE LA POBLACIÓN EN EL ÁREA URBANA

CATEGORÍAS	MUNICIPIOS	%	POBLACIÓN	%
Menos de 10.000 habitantes	141	63,72	512.956	6,69
Entre 10.000 y menos de 30.000	45	20,93	777.238	10,13
Entre 30.000 y menos de 80.000	18	8,37	719.603	9,38
Entre 80.000 y menos de 300.000	13	6,05	2.109.473	27,50
Más de 1.000.000 de habitantes	2	0,93	3.552.727	46,31
TOTALES	219	100	7.671.896	100

Fuente: Proyecciones INEC, 1978.

De acuerdo a los datos del cuadro anterior, es necesario considerar que las posibles modalidades diferenciadas de gestión son las siguientes:

El 84,65% de los municipios del país son menores de 30.000 habitantes. Para este grupo de municipios los esquemas de gestión más viables son: pequeñas unidades semiautónomas, o microempresas comunitarias.

“La población del Ecuador se estima en más de 13 millones de habitantes, de los cuales el 64% habita en centros urbanos y el resto en el medio rural. En cuanto al manejo de los residuos sólidos, se considera que solamente un 49,10% de la población, que equivale a más de 6 millones de habitantes, cuenta con servicios de aseo; cobertura que incluye a menos de 415.000 habitantes, que se asientan en el medio rural”⁷.

El Estado, debe imponer a nuestra sociedad un cambio de actitud en este sentido, pues cada vez somos más y producimos más residuos. Así, hay que pensar en REDUCIR en origen los residuos que se generan en la actualidad, dado que es la forma más eficaz de disminuir su cantidad.

En segundo lugar, hay que pensar en el RECICLAJE, lo que implica la recogida selectiva, la separación y recogida de materiales residuales, y la preparación de estos materiales para la REUTILIZACIÓN, el reprocesamiento y transformación en nuevos productos.

En tercer lugar, hay que transformar los residuos mediante alteraciones físicas, químicas y biológicas que mejoren la eficacia de las operaciones y sistemas de gestión de residuos. En suma, es necesario establecer la adecuada planificación para una Gestión Integral de los Residuos.

Sin lugar a dudas, un papel determinante lo cumple la población. No se puede alcanzar ningún éxito si los hábitos de limpieza no son fortalecidos.

2.2 EL PROBLEMA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El concepto de “residuo” es muy amplio: existen excretas humanas; las de otros animales, especialmente en el campo de la ganadería donde ha tomado carácter de explotación industrial; los residuos domésticos de las grandes, medianas y pequeñas

⁷ Proyecciones INEC, 1998 Análisis Sectorial de Residuos Sólidos-Ecuador Págs. 59, iii

poblaciones; los residuos de los fertilizantes utilizados para mejorar la productividad agrícola; los residuos de los biocidas que controlan la acción de los organismos que atacan la agricultura y en general todas las actividades del hombre, incluyendo la guerra, que llega a envenenar el suelo y el aire, dejando artefactos explosivos, verdaderos residuos de guerra, que causan daños a la humanidad durante mucho tiempo.

La palabra “residuo” en sí no es suficiente clara; si se consulta el diccionario, se observa su definición como *“la parte que queda de un todo, lo que queda de la descomposición o destrucción de una cosa”*

El suelo, el agua y el aire son los grandes receptores de los residuos causados no solamente por la actividad del hombre, sino también por la de los demás animales y la naturaleza.

El hombre siempre ha producido residuos; cuando vivía en las cavernas seguramente tenía un lugar para depositarlos; cuando era nómada, los abandonaba a lo largo del camino que recorría; pero en esos tiempos era tan pequeño el número de hombres y tan amplio el espacio libre existente que no se apreciaban los problemas ambientales, pero cuando el hombre urbanizó, creció desmesuradamente. El hombre es el causante del actual problema de acumulación de residuos y el mismo hombre tiene que solucionarlo. El problema se relaciona con cuatro factores que son la causa de la gravedad del problema:

- 1.- El aumento de la cantidad de residuos está relacionado directamente con el aumento de la población.
- 2.- A medida que los países incrementan su desarrollo, aumenta su producción de residuos sólidos por habitante. *“Así por ejemplo en los Estados Unidos de Norte América en 1920 se producía en promedio 1 kg/persona/día, en 1965 se llegó a 2 kg/persona/día, en 1973 algunas ciudades sobrepasaron los 3.5 Kg/persona /día y en 1986 hay informes de producción mayores que 7.0 kg/Persona/día”*⁸, esto ratifica una tendencia de aumentar la producción de basura por habitante (Ppc). En la actualidad se

⁸ Fuente: Sakurai kunito “Manual de Instrucción”, Macroindicadores para Gerenciamiento del Servicio de Aseo, Versión Preliminar, Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano, Febrero de 1972-Editado por R.H. Villescas y Cía.

producen más residuos que antes y la tendencia general es a seguir aumentando a medida que aumenta el poder adquisitivo de una sociedad.

3.- La producción de basuras por habitante está relacionada con el tamaño de las ciudades, parece lógico porque las ciudades grandes están más industrializadas, lo que las hace producir para su consumo y para la venta, pero ellas se quedan con la basura.

4.- La mayor o menor biodegradabilidad de los residuos sólidos tiene relación con el desarrollo de las poblaciones.

En los desechos se observa un incremento de papeles, plásticos, metales y telas, se encuentra una diferenciación de contenido de materia orgánica de los desechos.

En los últimos tiempos, la propia ciudadanía ha exigido a las autoridades que se preocupen de dar solución al problema de los desechos sólidos, el mismo que se transforma en un problema social y ambiental, sobre todo, en aquellos sectores donde, de alguna manera, se ven afectados por las actividades del servicio de aseo.

Con este antecedente, y por la importancia del tema, este trabajo de tesis pretende aportar a la gestión municipal en los siguientes 20 años, estableciendo como objetivo fundamental, mejorar la calidad ambiental del área geográfica de influencia.

2.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

El manejo de los residuos, tiene tres grandes componentes:

- a) La población que la produce; para ello es necesario conocer variables como:
 - Tamaño actual
 - Hábitos, costumbres
 - Capacidad económica
 - Clima
 - Temperatura
 - Períodos de lluvia y secos
 - Topografía del terreno
 - Densidad de población
 - Tendencias de urbanización
 - Características de las vías

- b) Métodos de medición de las variables arriba enunciadas.
- c) También debe considerarse:
 - Los períodos de diseño; 20 o más años(es lo ideal)
 - Será necesario conocer su cantidad, sus variaciones en el tiempo
 - Su composición física, química y otras características

La reunión de toda esta información permitirá, elaborar las alternativas de manejo de la basura.

2.4 CLASIFICACIÓN

Los residuos se clasifican:

DE ACUERDO CON LA FUENTE PRODUCTORA:

- RESIDENCIALES O DOMÉSTICAS.- son las generadas en las actividades de la vivienda, normalmente tienen alto contenido de materia orgánica.
- COMERCIALES.- son las generadas en establecimientos comerciales tales como almacenes y depósitos, generalmente presentan altos contenidos de papel y cartón.
- PLAZAS Y MERCADOS.- son las generadas en plazas y mercados, por su alto volumen concentrado en pocos lugares y su alto contenido de materia orgánica, normalmente de tipo vegetal.
- INSTITUCIONAL.- son las generadas en establecimientos educativos, gubernamentales, militares, carcelarios, religiosos, terminales aéreos, terrestres, fluviales o marítimos, normalmente tienen altos contenidos de materia orgánica papel y cartón.
- ESPECIALES.- son las producidas en espectáculos o lugares especiales como ferias, presentaciones deportivas, generalmente tiene alto contenido de papel y cartón.
- BARRIDO DE CALLES.- son el producto del aseo de las calles y avenidas, presentan alto contenido de material inerte y papel.

DE ACUERDO A SU COMPOSICIÓN PUEDEN SER:

- PATÓGENAS.- son las que por sus características y composición pueden ser reservorio ó vehículo de infección; generalmente son producidas en los hospitales, clínicas, laboratorios entre otros.

- **TÓXICAS.**- son aquellas, que por sus características físicas o químicas, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, pueden causar daño y aún muerte a los seres vivos y contaminación ambiental.

La cantidad producida en cada una de estas clasificaciones variará de acuerdo con el tipo de población, por lo general, la mayor cantidad es de tipo residencial.

2.5 PRODUCCIÓN

El primer problema que se presenta en cuanto a residuos sólidos, es conocer cuánta basura y de qué tipo se produce en una ciudad, el conocimiento de esta información permite establecer, cuáles deben ser los equipos de recolección, el personal, las rutas, la frecuencia de recolección, el establecimiento de tarifas y la disposición final.

Además es necesario conocer en detalle las características de la producción para estudiar la posibilidad de manejarla, básicamente disminuyendo su cantidad y controlando su calidad. Si la cantidad de basura producida se minimiza, todo el proceso se simplifica, de tal manera, que “un kilogramo menos producido es un kilogramo menos almacenado”.

En el capítulo primero, se indicó la relación existente entre ingreso per cápita y la producción de basuras por habitante; con estos antecedentes es posible determinar que los gobiernos deben implantar políticas, como prohibir los empaques no retornables, otra puede ser el reciclaje del papel de las fábricas y de las oficinas.

En la basura de tipo residencial, debido a su gran magnitud es preciso definir la cantidad, para efectos del manejo y administración de los residuos. Por lo tanto, es importante relacionar la cantidad de basura producida, de aquí surge el concepto de producción por habitante, o por vivienda, o por manzana.

Estudios demuestran que es más aconsejable tomar como unidad de muestreo kilogramos/habitante/día. Esta afirmación puede comprobarse consultando los informes demográficos suministrados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)

Como se pudo apreciar en el cuadro N° 1 (Generación Per Cápita de residuos sólidos en el Ecuador), la Ppc determinada es de 0,43 Kg/hab/día

Para propósitos de diseño, interesa conocer la producción de basura en tiempos definidos a 20 años; esto se puede lograr mediante la utilización de la Ppc (0,43 kg/hab/día) y el índice o proyección de población suministrado por el INEC (3.5% anual).

Al calcular la producción futura no debe olvidarse que la Ppc tiende a crecer con el tiempo a medida que crece la población, como se demuestra en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3

**PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN SERVIDA CON RELACIÓN DE RESIDUOS
SÓLIDOS A 20 AÑOS**

Nº	AÑO	POBLACIÓN TOTAL (HAB)	ÍNDICE DE CRECIMIENTO 3.5% ANUAL	
	2007	15.000	3.5	525,00
1	2008	15.525	3.5	543,38
2	2009	16.068,38	3.5	562,39
3	2010	16.630,77	3.5	582,08
4	2011	17.212,85	3.5	602,45
5	2012	17.815,30	3.5	623,54
6	2013	18.438,84	3.5	645,36
7	2014	19.084,20	3.5	669,94
8	2015	19.752,15	3.5	691,33
9	2016	20.443,48	3.5	715,52
10	2017	21.121,51	3.5	740,57
11	2018	21.862,08	3.5	765,17
12	2019	22.627,25	3.5	791,95
13	2020	23.419,20	3.5	819,67
14	2021	24.238,87	3.5	848,36
15	2022	25.087,23	3.5	878,05

16	2023	25.965,28	3.5	908,78
17	2024	26.874,06	3.5	940,59
18	2025	27.814,65	3.5	973,51
19	2026	28.788,16	3.5	1007,59
20	2027	29.796		

Fuente: Investigación directa

2.6 VOLUMEN DE DISEÑO

Para municipios con población entre 15.000 y 30.000 habitantes en el Ecuador, con una proyección de 20 años (2.027), se estima una población inicial de 15.000 habitantes en el año 2007, y una final de 29.797 habitantes para el año 2027, considerando un período útil de 20 años de relleno, para una cobertura poblacional del 95% del servicio de recolección de residuos sólidos.

2.7 COMPOSICIÓN

La composición de la basura, tanto física como química se establece de acuerdo con las posibles alternativas de manejo y disposición final.

Al igual que la producción es importante conocer la composición, ya que las características de las basuras determinarán a su vez las características de la recolección y el transporte. La composición total, necesaria para las operaciones de disposición final, podrá ser obtenida mediante la integración de las composiciones parciales.

2.7.1 COMPOSICIÓN FÍSICA

No existe una norma definida sobre la clasificación física de los residuos sólidos, normalmente se adopta la composición física por porcentaje en peso.

La técnica estadística utilizada en un muestreo para la caracterización física de las basuras puede ser la indicada para el muestreo de proporciones. Una clasificación física de los desechos sólidos podría ser considerada en los siguientes puntos:

- 1 Desechos de alimentos (materia orgánica)
- 2 Papel
- 3 Cartón
- 4 Plásticos
- 5 Textiles
- 6 Caucho
- 7 Madera
- 8 Vidrio
- 9 Metales ferrosos
- 10 Metales no ferrosos
- 11 Otros

En el siguiente cuadro, se incluyen los residuos sólidos de los mercados y barrido de calles; los residuos sólidos generados en ciudades como Cuenca corresponden a la siguiente clasificación; luego de análisis de campo realizado por la Empresa Municipal de Aseo de Cuenca (EMAC):

Cuadro N° 4

COMPOSICIÓN	CANTIDAD (%)
Materia orgánica	62,94
Papel y cartón	8,83
Metales	1,22
Plásticos	3,99
Materia Inerte	10,73
Papel Higiénico	4,74
Otros	7,50
TOTAL	100

Fuente: Estudios realizados por la EMAC, para residuos sólidos generados en la ciudad de Cuenca, datos que corresponden a clasificación determinada mediante análisis de campo. (Documento Interno)

2.7.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

Conocer la composición química de los residuos sólidos es fundamental para aceptar o rechazar un tratamiento con el que puedan ser procesadas las basuras.

Al igual que la composición física, tampoco existe una norma oficial para la toma de la muestra ni para efectuar los correspondientes análisis químicos.

El proceso para la toma de muestra y de trituración debe hacerse lo más rápido posible para evitar variaciones en la humedad.

Los análisis químicos mas comúnmente utilizados en la basura son:

- Humedad
- pH
- Carbono
- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio
- Poder calorífico, entre otros.

Con fines comparativos, en el siguiente cuadro se muestra la composición química de los Residuos Sólidos de ciudades como Bogotá y Cúcuta.

Cuadro N° 5
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE RESIDUO SÓLIDOS
Porcentaje en Peso
VARIAS CIUDADES
Años Indicados

COMPONENTE	BOGOTA 1979	CUCUTA 1980
Humedad %	72	55
Carbono %	41	34
Nitrógeno %	1,6	0,7
Ceniza %	26	39
Potasio %	1,7	1,2
Pc (Kcal. /Kg)	3.391	2.765

Pci (Kcal. /Kg)	2.959	2434
Fósforo %	..	0.5
pH en susp. al 10%	..	6,2

Fuente: Bogotá⁹

2.7.3 PESO ESPECÍFICO

El peso específico de los residuos sólidos es de primordial importancia, ya que nos define las relaciones entre el peso y el volumen de los residuos sólidos que se han de manejar, por lo tanto se utiliza para definir los volúmenes de recipientes para almacenamiento domiciliario, comercial e industrial; volúmenes de recipientes para recolección y transporte, necesidades de equipos en sitios de disposición final y capacidad del relleno sanitario.

Por lo anotado y atendiendo las diferentes posibilidades de manejo, se requieren:

- Peso específico de la basura, tal como se presenta para la recolección.
- Peso específico de la basura en los vehículos de recolección
- Peso específico de la basura al ser entregada al sistema de disposición final
- Peso específico de la basura colocada finalmente en el sitio de disposición final

Estas mediciones han de ser efectuadas en el sitio en donde ocurren, así por ejemplo, el peso específico de la basura dentro de los vehículos de recolección puede ser determinado midiendo cuidadosamente el volumen que realmente ocupen los residuos dentro del vehículo y pesando este, con basura y sin basura.

2.8 ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS⁹

El almacenamiento de la basura es la operación con el cual se inicia el proceso del manejo de los residuos sólidos, de su buena operación depende la estética de la vivienda, oficina, industria; la erradicación de insectos y roedores; la eliminación de olores y la eficiencia en la recolección, entre otros.

⁹ Fuentes: INSFOPAL. Estudio de Aseo Urbano de Cúcuta. PIRS. Manejo de Basuras en los Municipios Colombianos. Programa de Investigación sobre los Residuos Sólidos. Secretaría de Salud de Bogotá, Empresa Distrital de Servicios Públicos. Pág.54

La presentación oportuna de la basura, es la operación de sacar los residuos sólidos del lugar donde se almacenan y dejarlos en el sitio donde los deben recoger los carros recolectores; el tiempo de presentación debe ser el mínimo para ser recogida en el momento en que se presentan.

Es decir el almacenamiento y la presentación oportuna, constituyen el contacto directo entre el usuario y el vehículo que recolecta las basuras. Para que esta labor sea eficiente es necesario que exista uniformidad sobre los recipientes de almacenamiento, que deben cumplir, entre otros, con los siguientes requisitos:

En el interior de la vivienda:

- No permitir el acceso directo de animales
- No permitir malos olores
- Proteger la vivienda de la proliferación de moscas, ratas o similares

En el exterior de la vivienda, para recolección

- Los recipientes deben ser resistentes a la manipulación
- No permitir el acceso directo de animales a su contenido
- No exceder un peso determinado, con el fin de facilitar su manejo, levante, transporte manual y vaciado.
- Dar las facilidades al personal de recolección

2.8.1 TAMAÑO DE LOS RECIPIENTES

El tamaño de los recipientes para almacenar la basura esta en función de la producción unitaria y de la frecuencia de recolección. Es recomendable que el recipiente contenga como máximo 25 Kg de basura, este peso podrá ser aumentado hasta 50 kg para recipientes que deban ser manejados por dos obreros encargados de la recolección.

No está permitido recipientes de mayor peso, de hacerlo pondrían en grave riesgo la salud de los obreros.

Los materiales de los recipientes de basura recomendables son el plástico o cartón fuerte, en el caso del plástico, se puede utilizar dos opciones: recipiente de plástico o una bolsa plástica desechable, se recomienda que estas bolsas tengan agujeros que permitan el paso del aire hacia y desde la bolsa.

2.9 TRANSPORTE DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

Para el transporte de la basura es necesario la determinación de las rutas y las cuadrillas de recolección, la optimización de estos componentes ayuda a economizar los recursos. Ambos problemas están interrelacionados, tienen una serie de variables que es necesario conocer, y que se refieren a:

- Características de la población
- Cobertura de recolección
- Características de la ciudad
- Clima, lluvias
- Plano de vías
- Características topográficas
- Características de los residuos
- Tipo y cantidades producidas
- Peso específico
- Puntos de disposición
- Frecuencia de la recolección
- Métodos sobre manejo y almacenamiento domiciliario
- Equipo disponible
- Operación del equipo
- Mantenimiento del equipo

Algunas de estas variables no son manejables, otras como la frecuencia o los métodos de recolección, son variables que el servicio puede modificar para encontrar una mejor solución al problema, de todas formas, antes de iniciar un programa de trazado de rutas será necesario definir y aclarar todos los aspectos y políticas que encierre un plan de recolección. Algunos servicios son pobres debido a la falta de planificación, desconocimiento de los puntos de vista de la comunidad o la falta de

claridad en el análisis de ciertas condiciones que dificultan el funcionamiento permanente del servicio de recolección.

Por ejemplo, los cambios de rutas de recolección implican un conocimiento y aceptación del público, lo cual no siempre es posible obtener a corto plazo y eventualmente termina en un rechazo, lo que a su vez determina un cambio de ruta en plazo cercano.

Otros factores importantes se refieren a aspectos laborales, tipo de salarios, presencia de sindicatos, horas de trabajo, políticas de sobre tiempo, trabajo nocturno y dominical, trabajo a destajo. Ese conjunto de factores es uno de los aspectos fundamentales en el diseño de rutas, una modificación del método de recolección podría involucrar una controversia laboral, solucionable a nivel de convención obrero patronal o inclusive a nivel jurídico.

La ubicación de los recipientes es un factor importante, es fundamental dejar el recipiente en la acera lo que quedará reflejado en el rendimiento de las cuadrillas en las rutas. La ubicación del sitio de disposición final, puede influir en la selección de la capacidad y tipo de vehículos recolectores.

2.9.1 FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN

La frecuencia de recolección está en función de la producción por habitante, el clima, la capacidad del servicio y los hábitos de la comunidad.

Se puede pensar que la frecuencia está determinada por el período durante el cual los residuos pueden permanecer almacenados en los locales donde son generados, sin producir descomposición, es decir, papel importante se convierte el clima y es eminentemente sanitario, pues evita la proliferación de moscas y roedores. Además, si la recolección es frecuente los depósitos utilizados son más pequeños en capacidad.

El tiempo que duren los desperdicios orgánicos en descomponerse puede producir malos olores, el período que el ciclo de la mosca, para pasar de huevo a larva que en época de verano es menor que 10 días.

Por razones de salud y saneamiento ambiental, la frecuencia mínima aceptable de recolección de basuras en sectores residenciales que contiene residuos putrescibles, es de una vez por semana. Un tiempo mayor entre las recolecciones puede conducir a someter al personal recolector a levantar pesos mayores a 25 Kg, el cual es el límite en la recolección domiciliaria.

Una frecuencia diaria es muy costosa, aunque protege el aspecto sanitario, este método se utiliza para establecimientos especiales como hospitales, plazas, mercados, hoteles y otros similares.

Interdiaria, se puede considerar como frecuencia de tres veces por semana, en esta alternativa generalmente no se trabaja los días domingos. Se sobreentiende que cuando no se trabaja los domingos habrá sobrecarga los días lunes.

Dos veces por semana, es la que mejores resultados ha arrojado especialmente en zonas residenciales.

Una vez por semana, es una frecuencia puede causar problemas con basuras que contienen material putrescible, es muy aplicable cuando los componentes son cenizas, desechos no combustibles y combustibles, basura combinada y material inerte.

2.9.2 HORARIOS

El horario está relacionado con la dirección de la jornada de trabajo. El diurno presenta la ventaja de su menor costo, pero la desventaja es que hay mayor tráfico vehicular; el horario nocturno presenta ventajas del clima más benigno en zonas cálidas y menor tráfico, pero las desventajas son el mayor costo y el ruido al manejar los recipientes, además, afea la ciudad cuando los depósitos de las basura deben permanecer toda la noche en el exterior de la vivienda.

2.9.3 COBERTURA DE RECOLECCIÓN

La cobertura se define como la zona en la cual se presenta la recolección de basura. La cobertura es la parte más importante del servicio de aseo, y las municipalidades deben conocer al detalle para tener un índice de eficiencia aceptable. El rendimiento de las cuadrillas de recolección depende del número de hombres de la cuadrilla, en todas las cuadrillas se deben plantear con el conductor excluido. Las cuadrillas pueden ser con un hombre, con dos hombres, con tres hombres, con cuatro hombres, dependiendo del clima, la topografía, la cantidad de basura a recoger; no existe una fórmula que permita decidir cuál es el número óptimo de hombres de la cuadrilla.

2.9.4 EQUIPO

Determinar la cantidad y características del equipo recolector de los residuos sólidos es una parte compleja en el manejo.

Para poblaciones pequeñas, como el presente caso, no es óptimo un vehículo compactador. En muchas ocasiones, es mejor transportar la basura en una o varias volquetas que no exigen mantenimiento complicado como los carros recolectores compactadores. Los vehículos transportadores pueden ser de tracción animal para pueblos pequeños. En nuestro medio es más recomendable incrementar la mano de obra que los equipos, además así se logrará aumentar la generación de empleo.

2.10 BARRIDO DE CALLES, LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS Y DISPOSICIÓN FINAL

Las municipalidades del país tienen tres grandes responsabilidades:

- 1.- Recolección y transporte de los residuos sólidos
- 2.- Disposición final y
- 3.- Barrido de calles y limpieza de áreas públicas

El aseo de las vías y lugares públicos comprende el barrido, la recolección, y el transporte de los residuos arrojados a las calles y áreas públicas, en gran parte por la

población, por operaciones comerciales, industriales y por lluvias y vientos propios de cada región; se piensa que el factor educativo puede disminuir el problema de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Una municipalidad puede tener un excelente sistema de recolección de basura, pero si falla en el barrido y limpieza de las vías pierde gran parte de su labor, la frecuencia del barrido depende de la cantidad de basura que se deposita; todo depende de la cultura de la población: los alrededores de los estadios por ejemplo se deben barrer después de cada partido de fútbol, las plazas de mercado exigen más barrido el día que habitualmente acostumbre a comprar el público.

Por ejemplo “Management of Solid Waste in Developing countries” recomienda:

- Calles comerciales y zona central: 5 veces al día
- Zonas de mercado: 5 veces al día
- Calles principales 2 veces al día
- Calles secundarias 1 vez al día

2.10.1 BARRIDO MANUAL

Este tipo de barrido es tradicional: una escoba, un carro, y una pala recolectora, en cuanto al sexo de los obreros, parece ser que el rendimiento de los hombres es ligeramente mejor que el de las mujeres; sin embargo algunas mujeres igualan y superan la eficiencia de los hombres, debe hacerse:

- Que la acción del barrido sea contraria a la circulación normal de los vehículos
- Que el barrido sea en línea recta
- Que el barrido sea en la dirección del viento
- Que el barrido debe hacerse en bajada

El barrido mecánico tiene un rendimiento superior al manual, siempre y cuando la vía esté bien pavimentada, tenga un buen alcantarillado de aguas lluvias y los vehículos no se estacionen sobre ellas. Si bien es cierto que una barredora mecánica puede reemplazar el trabajo de 30 hombres, en el presente caso desde el punto de vista social, no se puede reemplazar el hombre por la máquina.

2.11 DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final es la última etapa operacional del servicio de aseo urbano, nadie quiere los residuos sólidos, no los podemos hacer desaparecer solo con el deseo ni esconderlos bajo el papel y otras normas. El problema de la disposición final de la basura es antiguo; los griegos lo resolvieron a su manera cuando postularon el lema: “aleja de ti la basura o enfermarás”

La Ingeniería ha dado respuesta a los problemas de la disposición final de los residuos sólidos, el problema se dificulta por la consecución de terrenos aptos para el relleno, porque la población crece cada vez más rápidamente, y la basura cada vez es menos biodegradable. La reutilización y el reciclaje minimizan el problema de la disposición final de los residuos sólidos; estos sistemas eliminan los problemas de la contaminación ambiental:

- De aire por lo que no se justifica quemar lo que el hombre necesita
- Del agua por idéntica razón y
- De los suelos por que el reuso y la reutilización dejan prácticamente muy poco material que pueda contaminar los suelos.

Las políticas gubernamentales deben estimular el reuso y el reciclaje de los residuos. Ellas podrían incluir:

- Estímulos tributarios a las instituciones que reutilizan o rehúsen residuos sólidos
- Creación de centros de recolección selectiva de materiales de los residuos tales como papel, vidrio, metales y otros reutilizables
- Disminución de tarifas a las viviendas que entreguen sus basuras separadas.

2.11.1 RECICLAJE

Las técnicas de reciclaje son variables unos tienden a hacerlo en la fuente y otros en centros especializados o en estaciones de transferencia.

Los primeros tienen la ventaja de que el material se deteriora muy poco, pero presenta la dificultad de la educación de la comunidad.

La recuperación o reciclaje de los residuos sólidos disminuye la producción por habitante de basuras, disminuye los costos de la prestación del servicio de aseo urbano, disminuye la tarifa a pagar por los usuarios, disminuye la contaminación del ambiente.

2.12 RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es actualmente el método más económico y aceptable, desde el punto de vista de la Salud Pública y protección del ambiente, para la disposición de los desechos sólidos domésticos, comerciales e industriales e incluso los denominados peligrosos.

La definición del método que da la American Society of Civil Engineers, ASCE, ilustra sus principales características:

“RELLENO SANITARIO es una técnica para la disposición de la basura en el suelo, sin causar perjuicio al ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, utilizando principios de ingeniería, para confinar la basura en la mínima área posible reduciendo su volumen hasta la cantidad practicable, para luego cubrir las basuras así depositadas con una capa de tierra diariamente, al final de la jornada, o tan frecuentemente como sea posible”¹⁰

Esta definición debe ser complementada con las posibilidades del Relleno Sanitario de manejar gases y lixiviados; de tomar en consideración aspectos de tipo estético y los potenciales que brinda el método para recuperar terrenos o transformarlos para usos comunales.

2.12.1 TIPOS DE RELLENOS SANITARIOS

Existen varios tipos de Relleno Sanitario, según INSFOPAL Estudio de Aseo Urbano de Cúcuta. PIRS. Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos en

¹⁰ Fuente: Definición de Relleno Sanitario que da la American Society of Civil Engineers, ASCE.

Bogotá, entre los principales tenemos: relleno de área, relleno de zanja, y relleno de rampa, los cuales tienen técnicas similares de operación.

Normalmente, las condiciones y características de los terrenos exigen una operación combinada de los distintos sistemas tendientes a un mejor aprovechamiento de la disponibilidad del terreno, material de recubrimiento y rendimiento de los equipos de operación.

- a) RELLENO SANITARIO TIPO ÁREA.- normalmente este tipo de relleno se emplea cuando se dispone de terrenos con depresiones y hondonadas naturales y artificiales, canteras producidas por extracción de materiales como arena, arcilla, grava y otros similares.
- b) RELLENO SANITARIO TIPO ZANJA O TRINCHERA.- El método de operación del relleno sanitario tipo zanja puede excavar por completo antes de iniciar en ella el vaciamiento de los desperdicios.
- c) RELLENO SANITARIO TIPO RAMPA.- se opera en forma similar a los rellenos de área, pero los desperdicios descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de material de cobertura. La rampa debe tener una pendiente de unos 30°

Otra clasificación de los tipos de Relleno Sanitario, tiene relación con la disposición final de los residuos sólidos, se podría tener tres tipos de rellenos sanitarios:

RELLENO SANITARIO MECANIZADO.- es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquetas, etc.

RELLENO SANITARIO SEMICONTROLADO.- cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RS en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno.

RELLENO SANITARIO MANUAL.- es una adaptación del concepto del relleno para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y tipo de residuos que producen, menos de 15 toneladas de basura diaria, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

El término manual se refiere a que la operación de compactación y confinamiento de los residuos puede ser ejecutado con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

2.12.2 MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN DE UN RELLENO SANITARIO

El método constructivo y la operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque dependen también del tipo de suelo y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras de construir un relleno sanitario.

MÉTODO DE TRINCHERA O DE ZANJA.- este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad con una retroexcavadora o un tractor de orugas. Los residuos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra excavada.

Se debe tener especial cuidado en períodos de lluvia dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimetrales para captarlas y desviarlas.

MÉTODO DE ÁREA.- en áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura, esta puede depositarse directamente sobre el suelo original, el que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. En estos casos, el material de cobertura deberá ser transportado desde otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. Las fosas se construyen con una pendiente suave en el talud para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el relleno.

COMBINACIÓN DE AMBOS MÉTODOS PARA CONSTRUIR UN RELLENO SANITARIO.- dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, es posible combinar ambos para aprovechar mejor el terreno y el material de cobertura, así como para obtener mejores resultados.

2.13 DISEÑO DE CELDAS

La celda en un Relleno Sanitario constituye la célula fundamental del mismo. Básicamente consiste en una mesa de desechos compactados rodeados por una capa de tierra, lo cual permite obtener un aislamiento completo de las basuras con respecto al ambiente.

Las dimensiones y el volumen de las celdas dependerán de varios factores, principalmente de:

- Configuración del sitio a rellenar, el cual determinará principalmente la altura de cada celda.
- La secuencia de Operación del Relleno.
- El equipo utilizado
- El volumen, de compactación y la condición de los desechos recibidos en el relleno.
- La disponibilidad de material de cobertura
- Crear un frente de trabajo con una pendiente de 20° a 30° en donde se coloca, de abajo hacia arriba, la basura, en frentes de ancho igual a la cuchara de la máquina.
- La basura se coloca en capas máximas de 0,60 m y, mediante pasos sucesivos de la máquina. Debe eliminarse los huecos y acomodar las basuras de forma que reciban el máximo de compactación. Este punto se logra cuando la superficie de la basura no se deforma con el peso del equipo.

Estas operaciones se repiten cíclicamente hasta obtener las dimensiones totales de cada celda.

Entre mayor sea la altura de la celda, menos será la necesidad de material de cobertura. La longitud de cada celda será opcional y dependerá de la cantidad de

material de desecho dispuesto. El ancho estará limitado por el área o frente necesario para el funcionamiento del equipo de trabajo.

El área de trabajo deberá ser diseñada con base de los siguientes requerimientos:

- Facilidad para el ingreso y egreso ordenado, rápido y seguro del equipo de recolección.
- Maniobralidad del equipo de relleno
- El equipo no debe trabajar en dos frentes separados, solo debe haber un solo frente de trabajo
- Las descargas de basura se debe hacer en forma tal que permita al operador de la máquina de compactación mantener el trabajo bajo su control.

Una vez conformada una celda, se procederá a colocar la capa de material de cobertura.

2.14 MATERIAL DE COBERTURA

a) CALIDAD DE MATERIAL DE COBERTURA.- una de las diferencias fundamentales entre un botadero abierto y un relleno sanitario es la utilización de un material final que separe adecuadamente las basuras del ambiente exterior. Este es el Material de Cobertura que busca además de lo anterior, confinar la basura compactada entre capas de tierra al final de cada período de operación.

En general, las propiedades de un material de cobertura deben ser tales que permitan:

- Prevenir la entrada de roedores a la basura confinada
- Prevenir la presencia de moscas
- Minimizar la entrada de agua a la basura
- Suministrar una salida uniforme para los gases producidos
- Controlar incendios
- Dar una apariencia aceptable al relleno
- Servir como base para las vías de acceso
- Permitir el crecimiento de vegetación

Este material de cobertura debe controlar la entrada y salida de moscas, evitar las excavaciones de roedores en busca de comida y prevenir la presencia de aves que se alimentan de desechos.

Muchos suelos, cuando se compactan suficientemente, tienen una baja permeabilidad que puede utilizarse para controlar la introducción de agua que lava la basura confinada y produce contaminación del agua subterránea (lixiviados).

El control de los movimientos de los gases producidos en el relleno sanitario es también una función importante del material de cobertura.

Generalmente, se trata de darle una salida uniforme a estos gases a través del material de cobertura. Un suelo permeable, que no retenga mucha agua puede servir como un excelente material para lograr este efecto.

La arena limpia, la grava de tamaño uniforme y la piedra de poco tamaño pueden servir para lograr una buena ventilación.

La basura confinada entre capas de tierra compactada provee alguna protección contra la propagación de los incendios. La mayoría de los suelos no son combustibles y por lo tanto suministran barreras que confinan los incendios dentro de una determinada celda.

El suelo usado como material de cobertura final, debe ser capaz de permitir el crecimiento de vegetación. La arcilla es un material que es capaz de absorber grandes cantidades de agua, incorporado a su estructura y convertirse en impermeable.

De las consideraciones anotadas sobre el material de cobertura se puede concluir que uno de los parámetros principales para el escogitamiento de un sitio para la construcción de un relleno sanitario es el de calidad del material de cobertura disponible.

Cuando esta calidad no es aceptable en los sitios para los fines que se pretende, el escoger el sitio ocasionará dos graves problemas:

- 1.- La necesidad de traer desde otro sitio un material que pueda reemplazar o ser mezclado con el obtenido en el relleno.
- 2.- Retirar el material sobrante

Ambas condiciones ocasionan un costo adicional que se puede convertir en la principal carga económica para la operación eficiente del relleno.

- b) CANTIDAD DE MATERIAL DE COBERTURA.- la cantidad de material de cobertura dependerá del tamaño de las celdas construidas, y de la topografía que presenta el terreno, pudiendo establecer que: se necesita más material de cobertura en la medida que un relleno tiene menos profundidad.
- c) COLOCACIÓN DE MATERIAL DE COBERTURA.- las capas de material de cobertura que se apliquen sobre la basura dependerán del tiempo de exposición del material a la acción del viento y del agua.
- d) COBERTURA DIARIA.- las principales funciones del material de cobertura diaria son las de controlar la presencia de vectores, papeles y otros residuos volantes, incendios y humedad. Esta capa, de generalmente 0,10 m, a 0,15 m, de espesor, es colocada sobre la basura final de cada jornada de operación.
- e) En lo posible debe ser colocada en la parte superior y en los lados de la celda.
- f) COBERTURA FINAL.- sus funciones son las de dar un soporte para el crecimiento de vegetación. Por lo tanto, debe utilizarse un espesor entre 0,40 m, a 0,60 m, colocado preferiblemente en capas sucesivas compactadas individualmente. Una buena práctica es la de colocar el material final en dos etapas: una inicial de 0,25 metros directamente sobre la basura compactada y después de un mes se coloca una capa similar sobre la primera. En la segunda etapa además de compactar, se tendrá cuidado en rellenar las partes que se hubieran asentado más rápidamente y así obtener una buena superficie final.

2.15 UBICACIÓN DEL SITIO PARA EL RELLENO SANITARIO

La primera acción que se debe desarrollar para ubicar un relleno sanitario, es conocer el área general donde se pueda localizar, la población no quiere aceptar que el relleno sanitario debe existir.

Para ubicar un relleno sanitario es indispensable tener información del área de estudio, por lo menos, sobre:

- **ESPESOR DEL SUELO:** para conocer la posibilidad de extraer material de cobertura en el sitio o en los alrededores, nunca se hará en un lugar donde el espesor sea menor de 2 metros por lo escaso del material de cobertura y la posibilidad de que los lixiviados, contaminen fuentes de agua subterráneas o superficiales.
- **UN BUEN ESTUDIO GEOLÓGICO.**-consiste en estudiar el área del proyecto de disposición final de los desechos sólidos, en donde se puede definir: parámetros de estabilidad, inclinación del terreno, drenaje, fuente de materiales para recubrimiento de la basura, entre otros.
- **PENDIENTE:** es importante conocer el paisaje y sus alrededores para prediseñar las vías de acceso, las vías internas y la operación del relleno.
- Un relleno sanitario debe estar localizado preferentemente en terreno con pendiente entre el 3% y el 12%; no debe estar ubicado en sitios con pendientes mayores del 25% por las dificultades de operación.
- **TEXTURA:** para ubicar los rellenos sanitarios la textura del suelo es importante porque es un indicador de impermeabilidad: se prefieren los finos en el fondo del relleno sanitario y en la superficie si ese mismo material se utiliza como cobertura; la textura tiene relación con la relación del suelo con la basura. Los mejores terrenos son los areno-limo-arcillosos (arena gruesa gredosa, greda franco arcillosa).
- **PERMEABILIDAD:** es necesario conocer la permeabilidad de los suelos. Un terreno ubicado en un lugar muy permeable; puede aumentar los costos porque obliga a utilizar arcilla impermeable o geomembranas o simplemente por la posibilidad de contaminar las aguas subterráneas.
- **HUMEDAD:** interpreta la altura del nivel freático, se debe tener presente que a mayor humedad de los suelos se tendrá mayor producción de gases y lixiviados.
- **pH o REACCIÓN DEL SUELO:** mide la capacidad de intercambio catiónico entre la basura y el suelo. Los suelos de textura pesada (alto contenido de arcilla) tiene alta capacidad de intercambio catiónico y de amortiguamiento, al contrario, un suelo de textura arenosa u ordinaria tiene baja capacidad de intercambio catiónico. Se prefieren los terrenos con pH >6.0; en casos extremos se pueden

aceptar terrenos con pH entre 5.5 y 6.0; es preferible no utilizar los terrenos con pH <5.5

- RIESGOS ESPECIALES: no se deben utilizar terrenos inundables o terrenos con deslizamientos o asentamientos.

La mejor ubicación para un relleno sanitario es el área que tenga una profundidad de 9 metros desde la superficie hasta alcanzar roca dura; que sea con una pendiente del paisaje edáfico entre 3% y 12%, que sea bien drenado, que sea un suelo de arena gruesa gredosa; que tenga un pH > que 6.0; que no se inunde ni tenga tendencia a sufrir deslizamientos.

La asignación del sitio ideal del relleno sanitario, es el resultado de un grupo multidisciplinario de técnicos y expertos, con experiencia en el tema; estos profesionales pueden ser: Ingenieros Ambientales, Ingenieros Químicos, Ingenieros Civiles, Geólogos, Hidrogeólogos, Edafólogos, Ecólogos, Arquitectos Urbanistas, Arquitectos Paisajistas y Economistas.

Una vez aceptados los sitios se procederá a la selección de alternativas. Donde juega un papel decisorio el nivel político o el nivel legal, porque en la selección de sitios se mueven todo tipo de intereses.

2.16 PREDISEÑO

Para Iniciar un prediseño o un diseño definitivo es imprescindible conocer las características cuantitativas, físicas y químicas de las basuras

El diseñador debe conocer que tipo de basura se va a enterrar: si es doméstica, comercial, industrial, no peligrosa, peligrosa, etc. Las cantidades a disponer durante todo el período de diseño, la composición física y química actual y sus proyecciones durante el período de diseño.

El levantamiento topográfico del sitio es el punto de inicio, sirve para elaborar el prediseño de las vías de acceso y de los canales interceptores de aguas lluvia.

Conociendo el peso total de la basura a disponer en el período de diseño, se calcula el total en volumen de la misma; este cálculo se repetirá posteriormente en el diseño definitivo.

El volumen necesario dividido para el área disponible dará la altura promedio del relleno, aspecto este que indicará la posible forma del relleno sanitario y ayudará a tomar las decisiones sobre la altura, vías de penetración, vías internas, y operación del relleno sanitario.

2.17 REACCIONES QUE SE GENERAN EN UN RELLENO SANITARIO

2.17.1 CAMBIOS FÍSICOS, QUÍMICOS, Y BIOLÓGICOS

Los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario presentan una serie de cambios físicos químicos o biológicos de manera simultánea e interrelacionada. Estos cambios se describen a continuación a fin de tener una idea de los procesos internos que se presentan cuando los residuos son confinados.

CAMBIOS FÍSICOS

Los cambios físicos más importantes están asociados con la compactación de los residuos sólidos, la difusión de gases dentro y fuera del relleno sanitario, el ingreso del agua y el movimiento de líquidos en el interior y hacia el subsuelo, y con los asentamientos causados por la consolidación y descomposición de la materia orgánica depositada.

REACCIONES QUÍMICAS

Las reacciones químicas que ocurren dentro del relleno sanitario e incluso en los botaderos de basura abarcan la disolución y suspensión de materiales y productos de conversión biológica en los líquidos que se infiltran a través de residuos sólidos. La descomposición de los productos orgánicos reside en que los materiales pueden ser transportados fuera del relleno sanitario o del botadero de basura con los lixiviados.

REACCIONES BIOLÓGICAS

Las reacciones biológicas que ocurren en los rellenos sanitarios son realizadas por los microorganismos aerobios y anaerobios. El proceso de descomposición empieza con la presencia del oxígeno (fase aerobia); una vez que los residuos son cubiertos, el oxígeno empieza a ser consumido por la actividad biológica. Durante esta

fase se genera principalmente dióxido de carbono, metano y cantidades de amoníaco y ácido sulfhídrico.

2.17.2 CLIMATOLOGÍA

El conocimiento de las características hidrológicas de la zona en la cual se va a construir el relleno sanitario, permite evaluar las posibilidades de infiltración en el terreno, como consecuencia de la precipitación o de la evapotranspiración.

2.17.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS LIXIVIADOS

Cuando se efectúa la disposición final de las basuras en un relleno sanitario, se presentan corrientes de líquidos residuales, que si no se controlan o tratan adecuadamente son fuertes potenciales de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Las características de los lixiviados son específicas para cada sitio, ya que dependen de la composición de los residuos sólidos dispuestos en el lugar, así como de la temperatura, humedad y pH de los mismos y de la cantidad de agua superficial y subterránea que logra pasar hacia la zona donde se encuentra la basura.

En el siguiente cuadro, se muestra la comparación de algunos lixiviados encontrados en Estados Unidos, con los de Colombia (Medellín), Cuenca (Pichancay), Quito (Zámbiza). Del conocimiento sobre las características generales de las basuras, se puede inferir algunos aspectos de los lixiviados; por ejemplo si a un relleno sanitario solo llegarán basuras domésticas, se puede presumir que las concentraciones de mercurio sean muy bajas; generalmente cuando las basuras a disponer solo son domésticas, comerciales o industriales no peligrosas, puede asumirse que los lixiviados generados no presentan problemas críticos de contaminación, debido a la presencia de materiales o metales tóxicos y seguramente podrán ser recirculados o tratados en una planta convencional para aguas residuales.

Cuando los lixiviados se comiencen a producir, se analizarán para conocer sus características especiales y definir sobre su tratamiento.

En Estados Unidos se han efectuado varios estudios en rellenos sanitarios para determinar el tiempo en el cual aparecen por primera vez los lixiviados y la cantidad anual producida.

En nuestro país este tipo de investigación no se ha desarrollado, por lo tanto la información existente es insuficiente para realizar estimativos correspondientes.

Cuadro N° 6

LIXIVIADOS GENERADOS EN RELLENOS SANITARIOS

PARAMETROS MEDIDOS	UNIDAD	ZAMBIZA (QUITO)*	PICHANCAY (CUENCA)** ¹¹	USA***	MEDELLIN*** (COLOMBIA)
Color		negro			
Olor		séptico			
Valor del pH		8.5	5.99	5.2 a 6.4	5.3 a 5.8
Temperatura	°C	27			
Sólidos totales	mg/l	2.005	34.709		
Sólidos volátiles	mg/l	997	0,8		
Alcalinidad	mg/l	9.364	8.517,30		
Hierro	mg/l	91	213.90	210 a 325	1.825 a 1.750
Cobre	mg/l	0.49	131.80	0.5	0.001 a 0.0047
Plomo	mg/l	1.49	8.60	1.6	0.006 a 0.042
Zinc	mg/l	1.70	23.1		
DBO ⁵	mg/l	15.778	53.992,30	7.500 a 10.000	20.700 a 33.00
DQO	mg/l	23.313	14.200	16.000 a 22.000	30.156 a 53.906

*¹¹ Fuente: Datos obtenidos por el Ing. Marcelo Castillo, para la obtención de la maestría en Gestión Ambiental, en la escuela Politécnica, en el año 1998

** Fuente: Estudios realizados por la EMAC, (Cuenca) para Características de lixiviados de los desechos sólidos generados en la ciudad de Cuenca, datos que corresponden a clasificación determinada mediante análisis de campo. Informe Interno.

*** Fuente: USA: Gas and leachate from land disposal of Municipal solid. Waste; summary report Cincinnati. U.S. /EPA – 1975. MEDELLÍN: Análisis físico químico del lixiviado del Relleno Sanitario Piloto "Plaza de Ferias" EEVV de Medellín. Pág. 207

Coliformes totales	NMP/100 ml	4.5X10 ⁶	5E 107		
Coliformes fecales	NMP/100 ml	8.9X10 ⁵	1.1 E 107		
Aceites y Grasas			2.67		
Aluminio			1.674,30		
Cadmio			14.9	0.4	
Cloruros		9.706	2.262,60	600 a 800	42 a 2.250
Cromo			838.43		
Calcio			1.846		
Dureza Total			15.244		
Dureza Cálctica			10.260	3.500 a 5.000	4.900 a 17.500
Manganeso			67.10		
Níquel			1.903,90		
Turbiedad			700		
Sodio			1.135,10		

2.17.4 GASES

La descomposición de la materia biodegradable por acción de los microorganismos presentes en el medio, ocurre en dos etapas: aerobia y anaerobia, está limitada por la cantidad oxígeno atrapado dentro de las celdas y disponible para las bacterias. La anaerobia predomina en el relleno sanitario y produce cantidades apreciables de metano y dióxido de carbono, así como ácido sulfhídrico, amoníaco y monóxido de carbono.

La cantidad de gases que se produce, depende fundamentalmente de la composición de la basura dispuesta y de la humedad en el relleno sanitario; la velocidad de generación es función del porcentaje del material fácilmente biodegradable, de la humedad, de la temperatura, del pH y de la actividad desarrollada por los microorganismos que predominen.

La presencia de gases en el relleno sanitario implica alteraciones en la atmósfera, malos olores, problemas por su migración a través de áreas permeables y

peligros de explosión cuando se encuentran concentraciones mayores del 5% de metano en el aire; por otra parte, el contacto del dióxido de carbono presente en los gases, con el agua, aumenta la dureza de ésta, alterando sus características. Dentro del relleno sanitario el peligro de explosión es mínimo.

Cuando el material de cobertura es impermeable, sujeto a agrietamiento si no se ha diseñado suficiente aireación, los gases tienden a acumularse en los vacíos dentro del Relleno Sanitario aprovechando cualesquier fisura para salir y originar concentraciones altas de metano con peligros de explosión; cuando los gases salen, causan asentamientos por pérdida de presión. El control de los gases tiene como fin prevenir el daño que puedan causar a las personas, las propiedades y la vegetación, ya sea por la eliminación de oxígeno del ambiente o por causa de incendios o explosiones.

En todo relleno sanitario, se debe controlar la acumulación de gases mediante chimeneas, se pueden ubicar inicialmente cada 60 metros de forma que cada una tenga un radio de influencia de 30 metros. Las chimeneas serán construidas mediante gaviones de un metro cuadrado de área.

2.18 DISEÑO

Para iniciar, se deben tener los planos topográficos del lugar actualizados, con curvas de nivel a un metro. Lo primero que se debe diseñar es la vía de acceso con las especificaciones propias para los vehículos que transportarán la basura hasta el Relleno Sanitario.

Además se diseñará la caseta de registro y las oficinas para la administración del relleno, el manejo de la información y un lugar para que los obreros se cambien de ropa, para que se duchen y para atender las necesidades fisiológicas. De acuerdo al diseño arquitectónico, se ubicará la báscula para el pesaje de los camiones; se diseñarán el cerramiento del lugar y el canal o canales de aguas lluvias.

En la adecuación del sitio se contemplará un lugar destinado al almacenamiento del material de cobertura.

El Diseño de la Celda se define como la cantidad de basura que se entierra en el Relleno Sanitario en un día y el material de cobertura necesaria para taparla; teóricamente, la Celda es un paralelepípedo con un ancho, un largo, y una altura que la define el diseñador de acuerdo con las necesidades y un largo de profundidad que está definido por la cantidad de basura que llegue al RS.

El frente del trabajo o ancho de la Celda es el espacio necesario para que puedan descargar los carros que transportan la basura. Se aconseja 5 metros de frente para recibir un carro, si se considera recibir dos carros, el frente tendrá que ser 10 metros y así sucesivamente, el alto de la celda puede ser de 2 metros a 2.50 metros o más. Finalmente, si se lo toma el volumen diario de basura, se divide por el frente de trabajo por el alto, dará la profundidad que se denomina el Avance Diario del Relleno Sanitario.

Después de descargar la basura en el sitio más cercano al frente de trabajo, los residuos sólidos se esparcen en capas de 0.30 metros y se compactan con el tractor; esta operación se efectúa con repetidas pasadas sobre la basura hasta alcanzar, mínimo un peso de 0.7 Ton /m^3 . Se debe mantener un estricto control sobre la compactación.

Finalmente, al alcanzar el Relleno Sanitario la altura indicada en el diseño correspondiente, se cubrirán las celdas con 0.60 metros de material de cobertura e inmediatamente se sembrará con pasto.

El cubrimiento diario de los residuos y la cobertura final del relleno sanitario con tierra es de vital importancia para el éxito de esta obra. Ello debe cumplir las siguientes funciones:

- Minimizar la presencia y proliferación de moscas y aves
- Impedir la entrada y proliferación de roedores
- Evitar incendios y presencia de humos
- Reducir los malos olores
- Disminuir la entrada de agua lluvia a la basura
- Permitir el crecimiento de la vegetación

El material de cobertura de preferencia se debe obtener del mismo sitio del Relleno Sanitario.

Existen dos clases de material de cobertura:

- DIARIA.- de 0.10 a 0.15 m de espesor para conformar la celda, controlar la presencia de vectores, el esparcimiento de papeles, los incendios y la infiltración de agua lluvia.
- FINAL.- de 0.40 a 0.60 m de espesor, colocada en dos capas de 0.20 – 0.30 m la primera se coloca y compacta; después de un mes, aproximadamente se corrigen con nuevo material de cobertura de los posibles hundimientos y grietas y finalmente se adiciona el resto de material con tierra y se siembra inmediatamente pasto para evitar la erosión.
- EL MATERIAL DE COBERTURA FINAL, se coloca después que las celdas lleguen al nivel máximo propuesto en el respectivo diseño.

2.19 OPERACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Diariamente deben colocarse señales indicando la celda donde se depositará la basura, al entrar el vehículo al relleno, el conductor recibirá las indicaciones necesarias para llegar al frente de trabajo y efectuar las operaciones de descargue correspondiente. En el frente de trabajo, el vehículo debe entrar en reversa siguiendo las instrucciones del operador y siempre descargará en la parte inferior del frente de trabajo.

La presencia de vectores es un indicador de mal manejo del Relleno Sanitario. Los vectores se eliminan con una buena operación y no con insecticidas que aunque momentáneamente disminuyen el problema, lo complican a corto, mediano y largo plazo por los cambios biológicos que producen.

Para controlar los papeles y plásticos que transporta el viento en la operación de vaciado, se debe mantener en la dirección de donde provengan mallas de alambre, para que capten los materiales que son arrastrados.

En el Relleno Sanitario no se deben quemar basuras. Si se llega a presentar un incendio en la basura, el tractor procederá a su control, tapándolo con material de cobertura y después de apagado, compacta para continuar el proceso de tal manera que sobre la zona apagada se mantenga un estricto control y así evitar los reincendios. Es recomendable clasificar la basura de tal manera que sobre la zona apagada se coloque la basura de carácter putrescible y sea compactada por lo menos al doble de lo normal.

Los incendios solo pueden generarse por la presencia de aire dentro del RS, por tanto una buena operación elimina esta posibilidad ya que la compactación y el cubrimiento continuo reducen la introducción del aire a la basura luego que ha sido dispuesta. El uso futuro de un Relleno Sanitario se debe prever desde un principio.

Es muy peligroso, por la producción de gases, permitir el uso de Rellenos para viviendas o escuelas.

Los sitios que han sido utilizados para Rellenos Sanitarios se prestan para desarrollar programas de recuperación paisajística y social como parques y zonas de recreación popular. Además debe favorecerse el crecimiento de plantas como el pasto, que en muchos casos se desarrolla espontáneamente.

En un Relleno Sanitario se debe considerar como prioridad, la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, del suelo y del aire, así como cualquier daño a los organismos vivos y a las personas que se encuentren presentes en la zona de influencia del sitio de disposición de residuos.¹²

¹² Este Capítulo; ha sido consultado parcialmente a: INSFOPAL. Estudio de Aseo Urbano de Cúcuta. PIRS. Manejo de Basuras en los Municipios Colombianos. Universidad Nacional de Colombia. Programa de Investigación sobre Residuos Sólidos. Bogotá.

CAPITULO 3

DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica factible, en beneficio de las poblaciones urbanas y rurales con menos de 30.000 habitantes, que no tienen la forma de adquirir equipo pesado para construir y operar un relleno sanitario convencional, como de las áreas marginadas de algunas ciudades.

Esta técnica de operación manual solo requiere equipo pesado para la adecuación del sitio, es decir, para la construcción de la vía interna, la preparación de la base de soporte o la excavación de zanjas y la extracción de material de cobertura de acuerdo con el avance y método de relleno. Los demás trabajos pueden realizarse con los propios trabajadores, lo que permite a las pequeñas comunidades de escasos recursos, incapaces de adquirir y mantener en forma permanente un tractor de orugas o una retroexcavadora, disponer adecuadamente la reducida cantidad de basura generada por ellas empleando mano de obra poco calificada.

Un relleno sanitario puede servir a dos o más poblaciones, hasta llegar a convertirse en una solución regional; es decir, estar en condiciones de brindar el servicio de disposición final de los residuos sólidos municipales a varias poblaciones cercanas. En tal sentido los municipios pequeños deben evaluar la conveniencia técnica, económica, social y ambiental de llevar residuos a un relleno sanitario regional o al del municipio vecino o tener uno propio.

El relleno sanitario manual es adecuado para poblaciones que generan hasta 15 toneladas diarias de basura. La operación de un relleno sanitario manual que reciba más de 15 toneladas diarias de basura puede complicarse, ya que requiere un mayor número de personas, sobre todo para los procesos de esparcido y compactación y para la extracción y acarreo del material de cobertura. Por lo tanto, en estos casos la operación deberá ser apoyada al menos con tractor agrícola.

3.1 PLANIFICACIÓN

Un relleno sanitario manual, aunque sea una obra pequeña, no deja de ser un proyecto de ingeniería, en el que gran parte de los problemas futuros se previenen con una buena planificación que va desde la concepción y diseño de la obra hasta su construcción, operación y clausura.

La planificación inicial sentará las bases para las diferentes actividades que se deberán cumplir. Esta fase consiste en la evaluación de criterios para la selección del sitio y de las diversas alternativas de terrenos para su localización, diseño, construcción, operación, mantenimiento y monitoreo.

La planificación, además, permite contar con la información básica sobre la población beneficiada; la procedencia, cantidad y calidad de residuos sólidos; el uso futuro del terreno una vez clausurado el relleno sanitario; los recursos para su funcionamiento y la asesoría de un profesional competente.

Una de las herramientas básicas para el buen desarrollo de un proyecto de relleno sanitario es la ejecución de un levantamiento topografía del terreno, que permita observar su extensión y diferencias de altura, resumidas estas en un plano; otra herramienta la constituyen los planos¹³ con el diseño y los detalles del proyecto.

3.1.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Una vez definido el sitio del terreno, se contratará el levantamiento topográfico a una escala conveniente 1:250 ó 1:500, con curvas de nivel por cada metro y acotadas cada cinco metros. El lindero, la identificación de los terrenos vecinos, la ubicación de la vía principal, el camino de acceso, el drenaje natural, la localización del material de cobertura entre otros.

¹³ Los planos son dibujos técnicos que se emplean para presentar los detalles de las condiciones existentes y características del sitio, así como la propuesta de desarrollo de la obra y la localización y detalle de la infraestructura

3.1.2 DISEÑO PRELIMINAR DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

El diseño materializa la concepción de la obra y tiene como objetivo planificar su construcción, además permite, presentarlo ante las autoridades municipales y a la comunidad para su corrección.

El diseño contempla la definición del área total del sitio que deberá ser rellenado sucesivamente e indicará el método de construcción, el origen de la tierra de cobertura y la disposición de las obras de infraestructura.

3.1.3 PLANOS DE DETALLE

Comprenden los dibujos en planta y los diversos perfiles del proyecto, tales como:

- La configuración del terreno y la delimitación del área total.
- La adecuación inicial del terreno y la disposición en planta de las obras de infraestructura y construcciones preliminares.
- Detalles de las obras de acceso, drenajes principales y construcciones auxiliares
- El orden del proceso constructivo.
- Las configuraciones parciales del relleno de acuerdo con el avance año por año.
- La configuración final del relleno, incluyendo su tratamiento paisajístico.

A continuación indicamos las obras de preparación del sitio y de la infraestructura necesaria para recibir los residuos sólidos, así como la secuencia de construcción, operación y mantenimientos requeridos.

1. Estudios de campo y diseño
2. Identificación del sitio por rellenar y sus alrededores
3. Análisis de las condiciones hidrogeológicas
4. Levantamiento topográfico
5. Elaboración del relleno
6. Costos del proyecto
7. Presentación del proyecto

3.1.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

La preparación del terreno tiene como objetivo principal permitir la construcción de la infraestructura básica del relleno sanitario para recibir los residuos sólidos en una forma ordenada y con el menor impacto posible, así como facilitar las obras complementarias.

A continuación se describen los trabajos para la preparación del terreno:

1. Limpieza y desmonte
2. Construcción de la vía de acceso
3. Cerramiento del terreno
4. Siembra de árboles en el perímetro
5. Construcción del drenaje en el perímetro
6. Preparación del suelo de soporte
7. Construcción de drenajes internos
8. Preparación del drenaje de gases
9. Construcción de la caseta de control e instalaciones sanitarias
10. Excavación de pozos para monitoreo

3.1.5 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO¹⁴

1. Adquisición de herramientas
2. Adquisición de elementos de protección para los trabajadores
3. Inicio de la operación del relleno
4. Clausura de los botaderos
5. Mantenimiento permanente

3.2 DISEÑO DEFINITIVO DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

Una vez legalizada la propiedad del terreno, se procede a realizar los estudios del relleno sanitario, para ello se deberá recopilar la información básica y realizar varias visitas de campo a pie a fin de reconocer el terreno.

¹⁴ - Para el cálculo de volúmenes se tomo el método indicado el libro “Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios. Autor: Jorge Jaramillo. Universidad de Antioquia, Colombia OPS/CEPIS/PUB/02.93

Para la evaluación del sitio, se llevará el plano topográfico del terreno, el que debe contener alturas y depresiones, un cuadro que indique las cantidades de residuos y la tierra necesaria para cobertura estimada en entre los 5, 10, 15 y 20 años. En esta visita se identificará la zona de llenado, así como la construcción de obras de infraestructura, construcciones auxiliares, trazado de la vía de acceso, drenajes, patio de maniobras, casa de vigilancia.

3.2.1 INFORMACIÓN BÁSICA-ASPECTOS DEMOGRÁFICOS-POBLACIÓN

Es necesario conocer el número de habitantes, para definir las cantidades de residuos sólidos que se han de disponer.

3.2.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Es de suma importancia estimar la población futura que tendrá la ciudad por lo menos en los próximos 5 a 10 años.

A fin de calcular la cantidad de residuos sólidos que se deberá disponer diaria y anualmente a lo largo de la vida útil 20 años del relleno sanitario, es decir, al de las poblaciones biológicas en expansión.

La información se encuentra en el cuadro N° 3, para el cual se asumen una tasa de crecimiento del 3.3% anual de los índices de población de INEC, se utilizó las expresiones de cálculo que se encuentran en el Anexo 6:

3.3 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE RELLENO

El diseño del relleno sanitario depende del método adoptado, trinchera, área o su combinación, por estar de acuerdo con las condiciones topográficas del sitio, las características del suelo y la profundidad del nivel freático, se ha tomado este método en vista, de que las condiciones son similares a las de nuestro país, cuyo autor es Jorge Jaramillo de la Universidad de Colombia.

Generalmente, el sitio seleccionado debe ser preparado, tanto para construir las obras de infraestructura necesarias como para brindar una adecuada base de soporte al relleno sanitario y obtener el material de cobertura del propio terreno.

3.3.1 METODO DE ZANJA O TRINCHERA

Con frecuencia estas pequeñas poblaciones no cuentan con un tractor de oruga o una retroexcavadora, se recomienda su arriendo o préstamo para la excavación periódica de las zanjas.

Antes de que se complete el período de vida útil de la zanja, se debe contar con el equipo para proceder a la excavación de una nueva zanja, con el objeto de poder realizar la disposición sanitaria final de los residuos sólidos y la protección del ambiente. De lo contrario, el servicio se verá interrumpido y el lugar podría convertirse en un botadero a cielo abierto.

Se recomienda que las zanjas sigan las curvas de nivel, con esto se logra un mejor manejo de la tierra excavada, tanto para su almacenamiento a un lado de la zanja como para su utilización posterior como material de cobertura.

3.3.2 DIMENSIONES DE LA ZANJA

Las dimensiones de la zanja, están limitadas por:

- La profundidad de la zanja, debe ser de 2 a 4 metros de acuerdo con el nivel freático, tipo de suelo y de equipo.
- El ancho de la zanja, debe medir entre 3 y 6 metros (ancho del equipo). Esto es conveniente para evitar el acarreo de larga distancia de la basura y el material de cobertura.
- El largo está condicionado al tiempo de duración o vida útil de la zanja, debe medir entre 80 y 100 metros.
- Se recomienda que la separación entre zanjas sea de un metro para darle más estabilidad.

3.4 GENERACIÓN DE LIXIVIADO O PERCOLADO

El volumen de lixiviado en un relleno sanitario depende de los siguientes factores:

- Precipitación pluviales al área del relleno
- Escorrentía superficial
- Evapotranspiración
- Humedad natural de los residuos sólidos
- Grado de compactación

El volumen de lixiviado está fundamentalmente en función de la precipitación pluvial, no solo la escorrentía puede generarlo, también las lluvias que caen en el área del relleno.

En rellenos sanitarios pequeños la generación de lixiviado se presenta fundamentalmente durante los períodos de lluvias y unos cuantos días después, y se interrumpe durante los períodos secos.

3.4.1 DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE DE LIXIVIADO

Se recomienda:

- 1.- Minimizar el ingreso de las aguas de lluvia.
- 2.- Impedir que las aguas de lluvia caigan directamente sobre las zanjas (se construye un techo que funcione a manera de paraguas, de esta manera, la cantidad de lixiviado tiende a ser nula, con lo que se evita uno de los mayores problemas de este tipo de obras, sobre todo en los días lluviosos.
- 3.- Construir un sistema de almacenamiento del lixiviado en forma de espina de pescado al interior del relleno, de concreto en la base que servirá de soporte de cada plataforma.
- 4.- Las zanjas para el lixiviado deberán tener por lo menos un ancho de 0.60 metros por un metro de profundidad, siempre que el nivel freático esté un metro más abajo y el suelo tenga las condiciones de impermeabilidad recomendadas anteriormente.

Esto evitará o minimizará los lixiviados, lo que impedirá de paso, la contaminación de las aguas de lluvia.

3.4.2 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Es importante que antes, durante y después de construir un relleno sanitario se tome una serie de medidas relacionadas con la prevención de riesgos para la calidad del ambiente.

Si bien es una obra pequeña, un relleno sanitario manual, debe cumplir algunas normas ambientales y de seguridad, sobre todo en lo que se refiere a las aguas superficiales y subterráneas. En este caso, convendría contar con pozos de monitoreo para prevenir cualquier riesgo de inundación.

No podemos olvidar que gran parte de los residuos sólidos de las pequeñas poblaciones son de origen doméstico, de ahí que las exigencias y controles ambientales también deben estar acordes con la magnitud del problema y los recursos disponibles.

Si se cuenta con un suelo limo - arcilloso, con un coeficiente de permeabilidad, $K < 10^{-7}$ cm/s, y si el espesor del suelo esta por encima del nivel freático es mayor a un metro, las probabilidades de contaminación de las aguas subterráneas disminuyen considerablemente.

3.4.3 LOCALIZACIÓN DE LOS POZOS DE MONITOREO

Los pozos de monitoreo deberán estar situados como mínimo a unos 10, 20, y 50 metros del área del relleno y del drenaje exterior del líquido percolado; con unos 3 ó 4 pozos será suficiente. Para la toma de muestras del agua subterránea, si los mantos freáticos son superficiales (a unos 4m), estos pozos podrán ser excavados manualmente.

3.4.4 Parámetros más representativos para el análisis de agua y lixiviado

En el siguiente cuadro, se presentan, los parámetros más representativos para el análisis de la calidad del agua subterránea y superficial, así como del lixiviado de un relleno sanitario.

CUADRO N° 7
PARAMETROS PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA Y LIXIVIADO

PARÁMETRO	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRÁNEA	LIXIVIADO
pH	X	X	X
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) (mg /L)	X	X	X
Demanda química de oxígeno (DQO) (mg /L)	X	X	X
Temperatura (° C)	X	X	X
Hierro total (mg /L)	X	X	X
Carbono orgánico total (COT) (mg /L)			
Nitratos (mg /L)	X		X
Cloruros (mg /L)	X	X	X
Sulfatos (mg /L)		X	X
Recuento total de colonias (colonias/mL)	X	X	X
Conductividad (umhos /cm)			X
Sólidos suspendidos totales	X		X
Metales pesados(Hg., CD, Pb, Cr, Fe, Zn, Cu, Ni)			X

Los análisis de laboratorio de las muestras de aguas subterráneas y superficiales cercanas se pueden hacer intensivos durante los primeros meses y menos frecuentes una vez que se registran valores constantes en los resultados.

3.5 LA CELDA DIARIA

La celda diaria está conformada básicamente por los residuos sólidos y el material de cobertura, será dimensionada con el objeto de economizar tierra, sin perjuicio del recubrimiento y con el fin de que proporcione un frente de trabajo suficiente para la descarga y maniobra de los recolectores.

Las dimensiones y el volumen de la celda dependen de factores como los siguientes:

- La cantidad diaria de residuos sólidos que se debe disponer.
- El grado de compactación.
- La altura de la celda más cómoda para el trabajo manual.
- El frente de trabajo necesario que permita la descarga de los vehículos de recolección
- Se recomienda una altura que fluctúe entre 1 y 1.5 metros, esto debido a la baja compactación alcanzada por la operación manual.
- Debe considerarse que el volumen diario de residuos sólidos se incrementa cada año, y en consecuencia también lo hará el tamaño de la celda.

3.6 LA MANO DE OBRA

La mano de obra necesaria para conformar la celda diaria depende de:

- La cantidad de residuos sólidos que se debe disponer.
- La disponibilidad y el tipo de material de cobertura.
- Los días laborables en el relleno.
- La duración de la jornada diaria.
- Las condiciones del clima.
- La descarga de los residuos en el frente de trabajos según la distancia.
- El rendimiento de los trabajadores.

Además del número de hombres que ejecutarán las labores propias de la construcción del relleno, es necesaria otra persona que dirija y oriente las operaciones en el relleno sanitario manual en calidad de supervisor

Se recomienda que sea:

- Técnico, con secundaria completa y que sepa realizar operaciones matemáticas ó
- Promotor de salud, que sepa realizar operaciones matemáticas.

La presencia del supervisor en el relleno sanitario es importante durante la jornada laboral en los primeros meses, conforme adquiera experiencia, es posible reducir a dos horas diarias su tiempo de permanencia en el lugar: una hora en la mañana y otra en la tarde, el resto del día lo podrá dedicar a la supervisión del aseo urbano.

3.7 PROYECTO PAISAJÍSTICO

El relleno sanitario manual también debe tener consideraciones estéticas y paisajísticas, para que, una vez concluida su vida útil pueda integrarse al ambiente natural y se armonice con el entorno.

La cobertura final compactada de 0.40 a 0.60 metros, como mínimo, y los drenajes de aguas de escorrentía y gases son esenciales para la vida vegetal sobre el relleno, la que se restringe a especies de raíces cortas mientras el relleno se estabiliza.

Se recomienda sembrar en toda el área arbustos de raíces cortas que no traspasen la cobertura, a medida que se terminen algunas áreas del relleno, conviene sembrar césped sin esperar a que se acabe toda la superficie de las plataformas.

3.8 ANALISIS DE IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES

Los análisis de impactos ambientales buscan identificar anticipadamente los efectos positivos y negativos que tiene todo proyecto de relleno sanitario en sus distintas fases: selección del sitio, construcción, operación y clausura.

La medición de los impactos debe realizarse a los componentes: agua, suelo y aire, al igual que en las variables de tipo económico social.

CAPÍTULO 4

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS DE INFRAESTRUCTURA PARA UN RELLENO SANITARIO MANUAL

4.1 LA PREPARACIÓN EL TERRENO

La preparación del terreno tiene como objetivo principal permitir la construcción de la infraestructura básica del relleno sanitario para recibir los residuos sólidos en una forma ordenada y con el menor impacto posible, así como facilitar las obras complementarias.

A continuación se describen los trabajos para la preparación del terreno:

4.1.1 LIMPIEZA Y DESBROCE

En el terreno se debe preparar el área que sirva de base o suelo de soporte que conformarán el relleno: algunas veces será necesaria la tala de árboles para que no sean un obstáculo durante la operación, esta limpieza se hará por etapas y de acuerdo con el avance de la obra.

4.1.2 TRATAMIENTO DEL SUELO DE SOPORTE

4.1.2.1 NIVELACIÓN

El trabajo continúa con la remoción de las primeras capas de suelo, dependiendo de la cantidad de material de cobertura disponible.

Para la nivelación del suelo de soporte y los cortes de taludes, se recomienda que el movimiento de tierras se haga por etapas, dependiendo de la vida útil del sitio; así la lluvia no erosionará el terreno ni se perderá la tierra, que podrá emplearse como cobertura. Hay que conservar y almacenar la cubierta vegetal de las áreas iniciales, ya que servirá para la siembra de pasto a medida que se vayan terminando algunas áreas del relleno.

En la nivelación del suelo de soporte o base de los terraplenes y en la apertura de las trincheras o zanjas se debe emplear equipo pesado (tractor de orugas y/o retroexcavadora), puesto que la excavación manual es demasiado ineficiente. El mismo equipo servirá para la construcción del camino de acceso y las vías internas, o la extracción y el almacenamiento de material de cobertura; es preferible que esta última actividad se realice en períodos secos.

Por lo general, el movimiento de tierras no deberá durar más de una semana, puesto que la preparación del terreno para un relleno sanitario manual se concibe por etapas.

4.1.2.2 DRENAJE

Se debe evitar construir el relleno sanitario, sobre alguna pequeña corriente o nacimiento de agua.

Cuando estamos frente a terrenos pantanosos, estos se pueden aprovechar, bajando el nivel freático de manera permanente, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Excavar una o varias zanjas de drenaje en la parte inferior del terreno, con la profundidad que sea del caso, hasta confirmar que las primeras capas de basura en la base del terreno estén a un mínimo de un metro sobre el nivel más alto del agua.
- Colocar tubería perforada de cemento y llenar la zanja con piedra y grava, a manera de filtro.
- Cubrir con geotextil o material similar el drenaje de piedra para evitar su colmatación. Es adecuado el polipropileno, que se puede obtener de los costales o sacos usados.
- Colocar una capa de 0.30 a 0.60 metros de material arcilloso compactado sobre la tela para garantizar el aislamiento entre la superficie superior del drenaje y los residuos sólidos y evitar así una posible contaminación del agua.

4.2 CORTES Y CONFORMACIÓN DE TALUDES DEL TERRENO

Debido a las variaciones en la disposición de los materiales, es indispensable analizar la estabilidad del terreno para definir el talud más apropiado. Se puede establecer como norma que para un corte de más de siete metros de altura, se debe realizar el estudio de estabilidad con base en principios de geotecnia. Para alturas menores, casi siempre se podrá definir el talud basado en la clasificación de las rocas y suelos y en el estado de disposición de los materiales de corte.

Para un corte de baja altura (menor de 5 metros), se recomienda un único talud; para alturas mayores, es mejor tener dos taludes diferentes, mientras que en otros casos es necesaria la construcción de bermas o banquetas intermedias.

Los taludes del terreno se dejan de tal manera que no causen erosión y puedan darle buena estabilidad al relleno.

Las zanjas podrán tener forma trapezoidal, cuadrada o rectangular, dependiendo de las condiciones del suelo. La separación entre ellas será de 0.50 a un metro, según se requiera para garantizar su estabilidad mientras permanezcan vacías.

4.3 INFRAESTRUCTURA PERIFÉRICA

4.3.1 VIA DE ACCESO

El relleno sanitario manual debe estar cerca de una vía pública principal y de uso permanente.

El camino de acceso interno debe reunir las condiciones mínimas que garanticen el ingreso fácil y seguro al vehículo o vehículos de recolección de residuos en todas las épocas del año.

Para los casos en los que el tráfico vehicular es mínimo, la vía de acceso puede ser una carretera afirmada de 6 metros de ancho, con un buen mantenimiento durante todo el año.

La pendiente máxima debe estar, o puede ser de 7% si los vehículos tienen que remontar la pendiente cargados, y de 10% si la vía está por encima del relleno, lo que sugiere que descenderán cargados al frente de trabajo.

4.3.2 DRENAJE PERIMENTRAL DE AGUAS LLUVIAS

Las fuentes de agua existentes en el área del relleno deben ser desviadas y canalizadas antes del inicio de la operación.

La interceptación y el desvío del escurrimiento superficial de las aguas pluviales fuera del relleno contribuyen significativamente a la reducción del volumen de lixiviado y al mejoramiento de las condiciones de operación. El canal siempre deberá ser construido en la curva de nivel que garantice una velocidad máxima que no provoque una excesiva erosión

4.4 INFRAESTRUCTURA DEL RELLENO SANITARIO MANUAL

4.4.1 DRENAJE Y MANEJO DEL LIXIVIADO

El manejo del líquido percolado o lixiviado es uno de los mayores problemas que se presentan en un relleno sanitario. A pesar de que este cuenta con canales periféricos que interceptan y desvían las aguas de escurrimiento, la lluvia que cae directamente sobre su superficie aumenta el volumen del lixiviado.

A continuación se señalan algunos métodos para disminuir estos problemas:

Es de vital importancia construir un sistema de drenaje que servirá de base al relleno sanitario antes de depositar la basura; este sistema deberá detener el lixiviado en el interior del relleno para su almacenamiento indefinido. Con ello se logra disminuir en buena parte su salida y evitar su tratamiento, lo que por su elevado costo es sumamente complejo y poco factible en pequeños municipios.

Para una mayor eficiencia, se recomienda construir estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de las terrazas o niveles que conforman el

relleno sanitario. Así se evitan los escurrimientos por la superficie de los taludes inferiores de los terraplenes de residuos y, además, su interconexión con el drenaje de gases.

4.4.2 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE INTERNO DE LIXIVIADO

El sistema de drenaje y almacenamiento de lixiviado consiste en una red horizontal de zanjas de piedra, interrumpidas con pantallas del mismo terreno o de tapia y madera. Una manera de construir los drenes es la siguiente:

- Se traza en el terreno la línea por donde se ubicará el drenaje (puede ser espina de pescado).
- Se excavan las zanjas del dren principal de 0.60 metros de ancho, por un metro de alto y se instalan las pantallas cada 5 ó 10 metros.
- A fin de tener más capacidad de almacenamiento, se llenan las zanjas con piedras que miden entre 4 y 6 pulgadas.
- Las zanjas que contengan llantas desechadas de automotores poseen mayor capacidad de almacenamiento del líquido lixiviado, de no disponerse adecuadamente, podría terminar convirtiéndose en un criadero de mosquitos. Una vez enterradas las llantas en sentido vertical, una junto a la otra, se coloca encima una capa de piedra de 0.20 a 0.30 metros de espesor y se la cubre con sacos de polietileno.
- Cuando se presentan largos períodos de lluvias y la cantidad de lixiviado excede la capacidad de las zanjas de almacenamiento al interior del relleno, se recomienda prolongar y orientar las zanjas de drenaje de la misma manera y, además, construir fuera del terreno una red de zanjas de secado que permita almacenar este líquido durante esas épocas.
- En estas zanjas de drenaje exterior se pueden dejar tramos alternos entre pantalla y pantalla sin efectuar el llenado de piedras. Esto se hace con varios propósitos, entre ellos:
 - 1.- Estimar el volumen del lixiviado que sale del relleno.
 - 2.- Determinar la cantidad de sedimentos y el momento de efectuar la limpieza de las zanjas.

El método más eficaz para controlar la lluvia es cubrir con un techo ligero de palma, paja o plástico (similar al de los invernaderos) toda el área superficial de las zanjas; con ello se impedirá el ingreso de la lluvia que cae directamente sobre las zonas terminadas.

4.4.3 TRATAMIENTO DEL LIXIVIADO

En las pequeñas poblaciones es necesario evitar la generación del lixiviado, pero si se genera un poco, hay que mantenerlo dentro del relleno sanitario ya que su tratamiento es impracticable.

Se cubre las áreas rellenas de residuos sólidos y el frente de trabajo con un techo ligero de palma, paja o plástico, no tendremos lixiviado, con lo que se minimizarán todos los problemas y los costos de un tratamiento por lo demás incierto en estos lugares.

Es importante tener un suelo impermeable o bien hay que impermeabilizarlo artificialmente para que se pueda construir la red de zanjas de almacenamiento que retendrá el lixiviado en el relleno.

Otra práctica que minimiza el problema del lixiviado al clausurarse algunas áreas del relleno sanitario o cuando este acaba su vida útil es la siembra de pasto, grama o pequeños arbustos de raíces cortas que se adapten a las condiciones de la obra. Se lo debe sembrar tanto sobre la superficie ya clausurada como en los alrededores del sector relleno; la evapotranspiración puede ser muy efectiva y en algunos casos hasta evita la producción de lixiviado.

En casos extremos se podrán aplicar tratamientos biológicos para mejorar en lo posible la calidad de este líquido. Ejemplos de estos métodos son los percoladores y las lagunas de estabilización.

4.4.4 DRENAJE DE GASES

El drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto (revestida con piedra) que funciona a manera de

chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno. Estas se construyen conectándolas a los drenajes de lixiviado que se encuentran en el fondo y se las proyecta hasta la superficie, a fin de lograr una mejor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases.

Estas chimeneas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando que su entorno esté bien compactado. Se recomienda que cada una tenga un diámetro de 0.30 a 0.50 metros y que sean instalados cada 20 o 50 metros.

Prevista la conclusión de la última celda, se colocan dos tubos de concreto, el primero perforado para facilitar la captación y el drenaje de gases; el segundo tubo, en cambio, no será perforado con el objeto de que el gas metano pueda ser quemado a la salida, y se eliminarán de paso los olores producidos por otros gases. A fin de facilitar la quema del metano, se recomienda la instalación de una caperuza metálica y la preparación de un mechón para encender el gas a la salida del tubo.

4.4.5 POZOS DE MONITOREO

Como resultado de los mecanismos de descomposición de los residuos sólidos que ocurren en el relleno, se genera líquidos, gases, y productos intermedios. Algunos son retenidos en los poros del terreno, mientras que otros pueden ser arrastrados por los líquidos que atraviesan las capas de tierra y basura hasta alcanzar las fuentes de agua.

Por lo tanto, aunque no es necesario en todos estos pequeños proyectos, se recomienda instalar una serie de pozos de monitoreo con la finalidad de detectar la probable contaminación del agua subterránea que resulta de la construcción del relleno sanitario.

Estos pozos podrán ser cavados manualmente y, dependiendo del tipo de suelo, se tomarán medidas para evitar derrumbes durante la excavación. Una vez hallado el nivel freático, se coloca en el fondo el material granular y se instala una tubería de 8' de diámetro que permita el ingreso de una botella plástica para tomar muestras del agua. Después de instalar la tubería, se llena el resto del pozo con la misma tierra excavada.

4.4.6 ZONA DE AMORTIGUAMIENTO Y PROTECCIÓN

Resulta necesario dejar libre una franja de terreno de 5 a 20 metros entre el lindero y la zona de terraplenes o zanjas con residuos, a fin de contar con una zona de amortiguamiento que mitigue los posibles efectos negativos de las operaciones con basura en los predios vecinos. En esta área de retiro es importante colocar un cerco vivo de árboles y arbustos que impida que los vecinos y transeúntes vean los residuos sólidos y la operación del relleno. Por razones obvias se sugiere la siembra de árboles de rápido crecimiento (especies nativas.)

4.4.7 CASETA DE CONTROL Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES

La construcción de una caseta con un área aproximada de 12 a 15 m² es importante para ser usada como ingreso o lugar para guardar pequeñas herramientas de trabajo (rodillo, carretas, palas, picos, etc.), como un espacio donde los obreros se pueden asear, cambiar y guardar su ropa, o como refugio en caso de lluvias. Esta caseta debe tener una mesa o escritorio y una o varias sillas, a fin de que el supervisor lleve cómodamente el registro de las actividades.

Se puede usar una casa prefabricada e incluso un contenedor, es conveniente construir una pequeña vivienda donde habite permanentemente uno de los trabajadores con su familia y donde se puedan guardar herramientas e incluso una batería de baños para el personal de aseo.

Es decir, el relleno sanitario debe contar con instalaciones sanitarias, que aseguren la comodidad y el bienestar de los trabajadores. Se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios.

4.4.8 PATIO DE MANIOBRAS

Se debe contar con una zona de alrededor de 200 m² (10 x 20) para que los vehículos recolectores puedan maniobrar y descargar la basura en el frente de trabajo.

4.5 CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

4.5.1 CONSTRUCCIÓN

Una vez realizado el diseño del relleno sanitario, sigue la ejecución del proyecto. De hecho, un buen diseño no es suficiente si no existe la voluntad política – administrativa para destinar los recursos necesarios a fin de que sea ejecutado debidamente.

La construcción del relleno sanitario se realizará en base a la serie de planos, a saber: el del diseño del proyecto, el de la planta general de localización de las obras, el de la configuración inicial del sitio, los de la planta y los perfiles de las zanjas o terraplenes, que indican la forma de excavación, la configuración del relleno. Todos estos planos indican la forma de programar el frente de trabajo y su avance, calculando los volúmenes ocupados y las alturas de acuerdo con el diseño.

4.5.2 MÉTODO CONSTRUCTIVO

Depende principalmente de la topografía del sitio, el tipo de suelo y la profundidad del nivel freático.

4.5.2.1 EL MÉTODO DE ÁREA

Se emplea en terraplenes planos y canteras abandonadas.

Las características propias del lugar determinarán si es posible extraer la tierra de cobertura del sitio o si se le debe transportar de lugares cercanos. El método consiste en depositar los residuos sobre la superficie y recostarlos contra el talud del terreno inclinado; luego se los compacta en capas inclinadas para formar la celda que después será cubierta con tierra. Al inicio, las celdas se construyen en un extremo del área que debe ser llenada y se avanza hasta terminar en el otro extremo.

4.5.2.2 EL MÉTODO DE TRINCHERA

Se suele utilizar cuando el nivel de las aguas freáticas es profundo y las pendientes del terreno son suaves; de ahí que las zanjas pueden ser excavadas con equipos apropiados para movimiento de tierra.

Este método consiste en depositar los residuos en un extremo de la zanja recostándolos contra el talud; ahí los trabajadores los esparcen y compactan en capas, con herramientas de albañilería hasta formar una celda que al final de la jornada será cubierta con la tierra extraída de la zanja.

4.5.2.3 METODO COMBINADO

Cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son las adecuadas, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa en la parte superior con el de área. Este método es el más eficiente, ya que permite ahorrar el transporte del material de cobertura (siempre y cuando exista en el lugar)

4.5.3 COBERTURA DE LA CELDA

Para concluir la celda, se cubre con una capa de tierra de 0.10 a 0.15 metros, se esparce con ayuda de carretillas de mano, palas y azadón y se compacta con un rodillo y pisones de mano siguiendo el mismo procedimiento efectuado con la basura.

La cobertura diaria controla la presencia de insectos, roedores y aves, así como las quemaduras, de humo, los malos olores, el ingreso de agua y la basura dispersa.

El cubrimiento deberá realizarse todos los días al final de la jornada, después del ingreso de los residuos, es decir no deberán quedar residuos sólidos al descubierto y menos para el fin de semana.

No se debe ser exigente con la calidad del material de cobertura para un relleno sanitario manual; hay que aprovechar la tierra que se encuentra más accesible ya que es muy importante cubrir los desechos. La cantidad del material de cobertura necesario es de un metro cúbico de tierra por cada 4 ó 5 metros cúbicos de residuos sólidos; es decir, entre 20 y 25% del volumen de residuos compactados.

La cobertura final será de 0.30 a 0.60 metros y se realizarán en dos etapas, con capas de 0.15 a 0.60 metros y a intervalos de un mes, todo esto para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la superficie de la primera capa.

Conviene aprovechar la tierra sobrante de las excavaciones de las construcciones en el área urbana, esto se consigue con una declaración pública para recibir tierra en el relleno o contactando directamente con los constructores de la localidad. El costo del transporte debe estar a cargo del constructor.

4.5.4 COMPACTACIÓN

Esta obra de saneamiento básico ha sido concebida para emplear recursos propios de la región y mano de obra poco calificada, por consiguiente, la conformación de las celdas y la compactación de la basura se harán con herramientas de albañilería.

Las densidades alcanzadas en el relleno sanitario manual serán relativamente bajas (400–500 Kg/m³), pero suficientes para los fines propuestos. Entre los mecanismos más importantes que inciden en la compactación de los residuos sólidos en un relleno sanitario manual, están los siguientes:

- El tránsito de los vehículos sobre las celdas terminadas; por tanto, debe realizarse con mayor frecuencia en los períodos secos.
- El proceso de descomposición de los residuos sólidos debido a su alto contenido de materia orgánica.
- El peso propio de las celdas superiores sobre las inferiores.
- El almacenamiento de material de cobertura sobre las celdas ya terminadas.

4.6 OPERACIÓN

4.6.1 PLAN DE OPERACION

El relleno sanitario se debe llevar a cabo siguiendo un plan general de operaciones preestablecido, o bajo la guía de un manual de operación, el cual debe ser

flexible para que el supervisor pueda actuar según su criterio, cuando haya que resolver situaciones inesperadas, como cambios de clima o emergencias.

En lo posible, todas las obras de infraestructura deben estar concluidas antes del inicio de la descarga de la basura en el relleno sanitario.

La basura y el material de cubrimiento deben ser descargados solo en el frente de trabajo autorizado.

Los siguientes son los pasos para la conformación de las primeras celdas diarias:

- Señalar en el terreno el área que ocupará la primera celda con la basura del día, de acuerdo con las dimensiones estimadas que se basan en el volumen de ingreso esperado y el grado de compactación que se obtendrá.
- Descargar la basura en el frente de trabajo, a fin de mantener una sola y estrecha área descubierta durante la jornada y evitar el acarreo a grandes distancias.
- Esparcir en capas delgadas de 0.20 a 0.30 m y compactarla manualmente hasta obtener una altura de celda que mida entre 1 y 1.5 m, procurando una pendiente suave en los taludes exteriores (por cada metro vertical se avanza horizontalmente 2 ó 3m).
- Cubrir por completo la basura compactada con una capa de tierra de 0.10 a 0.15m de espesor cuando la celda haya alcanzado la altura máxima.
- Compactar la celda hasta obtener una superficie uniforme al final de la jornada.

Una vez completada la primera celda, la segunda podría ser construida de inmediato al lado o sobre la primera, siguiendo siempre el plan de construcción del relleno sanitario. En los períodos secos se recomienda que los vehículos transiten por encima de las celdas terminadas para darles una mayor compactación.

4.6.2 MANO DE OBRA

El trabajo en el relleno sanitario puede ser hecho por los obreros del municipio o por una cooperativa o asociación de trabajadores para tal fin; el número de trabajadores necesarios depende de la cantidad de residuos sólidos que se debe enterrar, las condiciones de clima y del método de operación del relleno. Es necesario

contar con un responsable o supervisor que posea los conocimientos necesarios para la operación y el control del relleno, quién debe organizar, dirigir y controlar las operaciones.

Es importante capacitar a todos los trabajadores del servicio de aseo en las prácticas de construcción, operación y mantenimiento del relleno sanitario, así como en todo el proceso de manejo de los residuos sólidos.

Si el relleno sanitario manual no tiene una buena administración y supervisión, suficientes recursos económicos y un adecuado mantenimiento técnico, se convertirá en un botadero de basura a cielo abierto.

Debido al tipo de actividades que se llevan a cabo en el relleno sanitario y al contacto directo con los residuos sólidos, los trabajadores se pueden ver expuestos a accidentes y a enfermedades infectocontagiosas. Por lo tanto, es importante proteger la seguridad y la salud de los trabajadores dotándolos como mínimo de guantes, botas, gorras, mascarillas contra el polvo y por lo menos, de dos uniformes al año.

4.6.3 HERRAMIENTAS DE TRABAJO

El equipo para operar un relleno sanitario manual se reduce a una serie de herramientas o utensilios de albañilería, tales como: carretillas de llanta neumática, palas, picos, azadones, barras, tijeras, pisones de madera, rastrillos y un rodillo compactador.

La cantidad de estas herramientas estará en función del número de trabajadores, y el de estos a su vez, dependerá de la cantidad de residuos sólidos que se deba enterrar en el relleno.

4.6.4 OPERACIÓN EN ÉPOCA DE LLUVIAS

En los períodos de lluvias se presentan los mayores problemas de operación en un relleno sanitario tales como:

- Difícil paso de los vehículos recolectores por encima de las celdas ya conformadas por la baja densidad alcanzada con la compactación manual.
- Dificultad para extraer y transportar el material de cobertura.
- Solo es posible descargar la basura y el material de cobertura sobre la terraza, con lo que quedan retrasadas la conformación y compactación de las celdas.
- Mayor producción de lixiviado debido a la lluvia que cae directamente sobre las áreas rellenas.

De ahí que es necesario tomar las siguientes previsiones:

- Cubrir total o parcialmente la superficie del relleno sanitario con un techo de palma, plástico u otro material de la zona.
- Construir una vía o camino artificial empleando troncos de madera.
- Programar el movimiento de tierra para los períodos secos, tanto para la extracción del material de cobertura como para la apertura de trincheras, dejando para la época de lluvia solo el enterramiento de la basura.
- A manera de rutina, se debe cubrir las celdas con material plástico a fin de impedir que el agua de lluvias se infiltre a través de la basura.

4.6.5 ACABADO FINAL Y ASENTAMIENTO

Consiste en la colocación de las capas de la cobertura final y la siembra de pasto en los terraplenes terminados que ya no recibirán más residuos, requieren una atención mayor porque contribuyen al buen funcionamiento del relleno y mejoran su aspecto.

Es conveniente entonces, acelerar el proceso de siembra de vegetación (césped) en la superficie y taludes, a fin de que el relleno se armonice rápidamente con el paisaje natural del entorno.

Con el transcurso del tiempo, los residuos sólidos se descomponen (parte se transforma en gas y parte en líquido), por lo que la tierra de cubrimiento y la humedad penetra en los espacios vacíos del relleno, asentándolo.

Después de dos años, el asentamiento se reduce mucho y prácticamente desaparece a los cinco años. Como esto no es uniforme, se producen depresiones en la superficie de la obra, donde se acumula el agua de las lluvias; en consecuencia, se debe tener nivelada toda la superficie del terreno y contar con buen drenaje que tenga una pendiente de 2 a 3%.

Las administraciones municipales deben dar el mantenimiento necesario, con el objeto de que el terreno sea disfrutado por la comunidad, de no ser así, la población se verá afectada y es probable que después se rechace la construcción de nuevos rellenos sanitarios. Pasado un tiempo prudencial en el que se ha conseguido su estabilización y se lo haya acondicionado como área recreativa o zona verde, se recomienda construir nuevas obras de tipo comunitario.

Lo manifestado se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 8
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL PROCESO
DE IMPLANTACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

ACTIVIDAD	1 MES	2 MES	3 MES	4 MES	5 MES	6 MES
Gestiones preliminares	XXX					
- Toma de decisión de autoridades locales - Programa de educación sanitaria para la población						
Identificación del sitio y sus alrededores		XXX				
- Presentación de alternativas a las autoridades locales - Selección del sitio y negociación - Levantamiento topográfico y preparación del plano						
Estudios y diseño			XXX			
- Presentación a las autoridades y comunidad vecina						
Preparación del terreno				XXX		

- Limpieza y desmonte						
- Preparación del suelo de soporte						
- Corte de taludes						
Construcción de la infraestructura periférica				XXX		
- Camino de acceso al terreno						
- Drenaje pluvial						
- Desvío y aislamiento de eventuales cursos de agua						
Construcción de la infraestructura del relleno				XXX		
- Caminos internos						
- Drenaje pluvial perimetral e interno						
- Drenaje de líquido lixiviado						
- Drenaje de gases						
Construcciones auxiliares					XXX	
- Cerramiento perimetral						
- Arborización perimetral						
- Caseta de control (con instalaciones sanitarias)						
Clausura del Relleno Sanitario						XXX
- Eliminación de roedores						
- Cubrimiento con tierra y apisonado						
- Avisos de prensa y cartel de clausura						
Inicio de la operación del relleno sanitario manual						XXX

CAPITULO 5

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) para un Relleno Sanitario Manual

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Ley de Gestión Ambiental, el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para este o para cualquier proyecto, obra o actividad que pueda causar Impacto Ambiental (IA) es importante este requisito legal, ya que nos permite prevenir, mitigar o remediar los efectos indeseables que un Relleno Sanitario pueda causar al Ambiente, y su correspondiente Plan de Manejo Ambiental (PMA) y su monitoreo respectivo.

Los EIA y PMA son indispensables y deberán ser puestos en conocimiento de la ciudadanía según los mecanismos de Participación Ciudadana establecidos en el Texto Unificado de Legislación Secundaria (TULAS), además que es un requisito para la obtención de la Licencia Ambiental emitida por el Ministerio del Ambiente, la cual contiene todas las obligaciones y responsabilidades que en materia ambiental y de tiempo de vigencia tiene la Licencia.

Es decir el EIA nos servirá para identificar y evaluar los potenciales impactos y riesgos ambientales que cada una de las fases del relleno sanitario puedan generar sobre el entorno físico (agua, aire, suelo, flora, fauna) socioeconómico y cultural; descargas líquidas, emisiones de combustión de procesos y/o de ruido, inherentes a los residuos sólidos.

En el PMA se señalarán las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos y riesgos ambientales, además se debe presentar un cronograma detallado de la ejecución de las obras.

El EIA considera las potenciales afecciones al relleno sanitario y sus instalaciones durante la construcción, operación y cierre del mismo, debe implementarse Medidas de Compensación y Mitigación, muchas de las cuales debe incorporarse en el “ACUERDO DE RESPONSABILIDAD SOCIAL para la Cogestión del RS” el mismo que debe ser revisado y aprobado en su integridad por el Ministerio del

Ambiente; entre las más importantes medidas ambientales para el funcionamiento del RS se propone lo siguiente:

- Mantenimiento de las vías de ingreso al relleno sanitario y señalización.
- Ejecución del plan de forestación.
- Construcción del cerramiento perimetral al relleno.
- Programa de monitoreo y control de lixiviados.
- La cobertura inmediata de los desechos sólidos que lleguen al relleno.
- Control de vectores.
- Retención de aceites y grasas.
- Adecuación de un espacio que permita recibir los desechos peligrosos.

5.1 ASPECTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y AMBIENTALES

Lograr el desarrollo sustentable del proyecto, buscando un adecuado equilibrio entre los componentes sociales, económicos y ambientales, así como la mitigación de impactos ambientales negativos y la potenciación de los impactos positivos será la orientación básica para desarrollar el proyecto y el manejo y disposición final de los desechos sólidos municipales del país.

La intervención de la comunidad en la concepción macro y en determinados aspectos de detalle, será de vital importancia durante la etapa de diseño y posteriormente será requerida con mayor frecuencia para llevar adelante un apropiado manejo del relleno.

El compromiso comunitario para realizar programas de selección, reciclaje y transformación de determinados componentes de los desechos sólidos, será un soporte que, sin lugar a dudas, podrá generar el ingreso de divisas a la economía local. Este aspecto de aprovechamiento de los desechos, debe ser discutido con los miembros de la comunidad, comunicándoles todos los aspectos que se dan en estos tipos de actividad, positivos y negativos.

De la decisión que al respecto tome la comunidad, dependerán algunos de los diseños a realizar, tal es el caso de las bandas de selección, los campos de compostaje y la selección para lombricultura y áreas de almacenamiento.

5.2 EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)

Es un componente del proyecto que tiene un mismo peso específico que aquel asignado a los otros aspectos de ingeniería de diseño. Por lo tanto, la atención que se le asigne en la concepción del proyecto, así como durante las etapas del diseño es muy alta, y de las conclusiones que se deriven del mismo, se determina la capacidad de aceptación de las diferentes medidas de mitigación y correctoras que deben ser aplicadas de manera de lograr un proyecto amigable y dentro de los cánones del desarrollo sustentable.

5.2.1 ADMINISTRACIÓN Y SERVICIOS A LA COMUNIDAD

El manejo de los residuos sólidos, no es solamente la construcción de celdas de recepción y tratamiento de lixiviados, sino que además de propiciar una adecuada disposición final de los residuos, debe fomentar una serie de actividades de contenido comunitario entre las que se encuentran:

- **Producción de compost y humus.-** mediante procesos de biodegradación de la basura orgánica proveniente de los mercados y su posterior sometimiento a un proceso de lombricultura, estas actividades generan puestos de trabajo y son fuente de ingresos para las comunidades.
- **Programas de reforestación.-** para lograr este objetivo se plantea, la creación de viveros en las que se producirán especies nativas, las mismas que se emplearán para reforestar especies existentes en la zona.

En zonas de la costa, al inicio del relleno y en el perímetro del relleno, se sembrará caña guadúa, que sirva como cortina rompevientos, cubriendo toda el área del relleno, dando mejores condiciones estéticas.

5.3 CIERRE O ABANDONO

Al término de la vida útil del proyecto se producirá la fase de cierre y abandono, sin embargo debe ser evidente el monto de la inversión y la propia naturaleza del proyecto, que exige que el tiempo de vida útil diseñado para el proyecto sea de un

mínimo de veinte años. Sin embargo en el Plan de Manejo del Estudio de Impacto Ambiental se mencionarán las medidas a tomarse en el cierre técnico.

5.3.1 PROYECTO PAISAJÍSTICO

Las tierras recuperadas por un relleno sanitario pueden ser utilizadas sin peligro para múltiples propósitos, los mismos que deben ser considerados en los diferentes proyectos, de acuerdo con las necesidades de la población, las consideraciones económicas, las condiciones físicas y topográficas del terreno.

5.3.2 ARBORIZACIÓN DEL LUGAR

Con variedades propias de la zona y, que presenten condiciones de rápido crecimiento y resistencia a las plagas, los árboles, arbustos, o caña guadua que se planten, deben ser un complemento con las zonas aledañas, en general se tendrán árboles de tamaño medio y de gran colorido, de variedades como platanillo, pachaco, guarumo, bijao entre otros.

5.3.3 TRATAMIENTO DE TALUDES

Los taludes serán sembrados con especies que no requieran la poda constante, con un sistema radicular que controle eficientemente la erosión, en lo posible que tenga variada tonalidad, las plantas deberán ser sembradas a 40 cm. unas con otras y en cruz para cubrir el área en el menor tiempo, además estas plantas deben ser resistentes a la sequía y a condiciones adversas.

5.3.4 ÁREAS DE RECREACIÓN

Se debe crear áreas para recreación familiar con canchas de voley, indorfútbol, parques infantiles con su respectivo equipamiento, los caminos interiores estarán bordeados de especies vegetales con flores que sean de fácil mantenimiento.

5.4 RUIDO

De conformidad con lo que establece la norma del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, que fija los límites permisibles de niveles de ruido, deben medirse con aparatos especiales “Sonómetro” para fuentes fijas, fuentes móviles y para vibraciones. Las unidades de ruido se expresan en decibeles, en ponderación con escala A, dB (A) Los valores medidos, se ajustarán al nivel máximo de ruido permisible según el uso de suelo, clasificado como “industrial”, cabe señalar que los mayores niveles de ruido que se han detectado a nivel nacional, son registrados en fuentes provenientes del tráfico vehicular, mayoritariamente de vehículos de carga, que superan fácilmente los 70 dB(A).

5.5 MEDIO BIÓTICO

5.5.1 CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA

Para la ubicación correcta del relleno sanitario, muchos tratadistas como Cañadas recomiendan; tomar en cuenta factores como: analizar el sector “BIOCLIMATICAMENTE”, la Pluviosidad de la zona, como consecuencia de la superposición de lluvias de origen convencional de las partes altas, y las lluvias de tipo orográfico originada por vientos que son obligados a descender por las vertientes y serranías, mientras más radical es el cambio de la topografía, es decir estar de acuerdo a los criterios fisonómicos, ambientales, bióticos y topográficos, la región se vuelve más lluviosa.

5.5.2 FLORA

Factor importante en la selección del lugar para la implantación del relleno sanitario a nivel nacional, es el análisis de la vegetación natural. Es decir hay que aplicar una metodología que permita obtener datos cuantitativos de flora del lugar, realizar un Inventario General del Área del Proyecto, de las plantas en estado fértil, caminatas por el área para la construcción del relleno sanitario.

Se debe dar el mismo tratamiento al Estado de Conservación de las Especies, es decir aplicar una metodología para cuantificar las especies, categorizarlas como

endémicas o en peligro de extinción, se puede analizar la zona si en décadas anteriores posiblemente albergó especies endémicas, que actualmente han desaparecido, debido a factores como la pérdida y fragmentación de los habitats naturales ya que constituye la causa principal para la extinción de ciertas especies silvestres.

5.5.3 FAUNA

La pérdida y fragmentación de los habitats, es la mayor amenaza para la conservación de la biodiversidad y constituye la causa principal para la extinción de las especies silvestres (Suárez, 1998). La disminución del hábitat disponible afecta a todas las especies y aumenta la probabilidad de extinción por la disminución de sus tamaños poblacionales. En efecto la pérdida o modificación de hábitat afecta al 76% de las especies en peligro de extinción en el mundo, World Conservation Monitoring Center, 1992).

5.5.4 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para caracterizar la fauna de la zona deben realizarse, revisiones bibliográficas del piso Zoogeográfico, caminatas por la zona de implantación del relleno sanitario, observando la fauna silvestre o evidencias que indiquen la presencia de determinada especie. Una actividad importante, en la visita es la entrevista a los residentes de la zona, de quienes se obtendrá información, especialmente del tipo de animales existentes, uso de la fauna silvestre, etc.

a.- Mamíferos, Mastofauna.- los pobladores de la zona indicarán la existencia de dichas especies, los mismos que nos dan en nombre vulgar, como se aprecia en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 9
MAMIFEROS EN EL ÁREA DE INLUENCIA

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR
DIDELPHIMORPHIA	Didelphidae	Marmosa sp.	Zorro chica

III= Apéndice III

Diversidad y abundancia: se identificará el número de especies en el área de influencia y se saca en % lo correspondiente del total registrado en el Ecuador.

Uso del recurso: en muchas zonas del país, los pobladores de la zona realizan cacería de determinados mamíferos, los mismos que son utilizados como alimentación, por ejemplo: conejos, guantas, guatusas, mamíferos, aves, etc.

“Estado de Conservación de los Mamíferos: de acuerdo al Libro Rojo de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2000), CITES Convention Internacional Trade en Endangered Species(2003)” en la zona del proyecto deben tomarse muy en cuenta especies de comercio permitido, siempre y cuando la autoridad administrativa del país certifique que la exportación de dichas especies no perjudica la supervivencia de dicha especie y que los especímenes fueran obtenidos legalmente.

CUADRO N° 10

b) Aves: en todas las regiones del país existe una gran variedad de aves.

ORDENES	FAMILIA	AVES NIVEL CIENTIFICO	NOMBRE VULGAR	ABUNDANCIA
CICINIIFORMES	Cathartidae	Corogyps atratus	gallinazo	común

15

Diversidad y abundancia: se identificará el número de especies en el área de influencia y se sacará en % lo correspondiente del total registrado en el Ecuador.

Uso del recurso: en muchas zonas del país, los pobladores de la zona realizan cacería de determinadas especies, lo cual conlleva a la migración de estas especies debido a las presiones, sumado la disminución de habitats.

Estado de Conservación de los Mamíferos: de acuerdo al Libro Rojo de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2000), CITES (Convention Internacional Trade en Endangered Species (2.003). Nos indica la metodología para categorizar las especies en peligro de extinción.

c.- Anfibios y Reptiles: en general, existen especies de anfibios y reptiles a lo largo y ancho del país, como se demuestra en el siguiente cuadro:

¹⁵ Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2000). CITES (Convención Internacional Trade en Endangered Species (2003)

CUADRO N° 11
ANFIBIOS Y REPTILES EN EL PAÍS

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VUGAR
SAURIA	Iguanidae	Anolis sp.	Lagartija

Diversidad y abundancia: se identificará el número de especies en el área de influencia y se sacará en % lo correspondiente del total registrado en el Ecuador.

Uso del recurso: en muchas zonas del país, los pobladores del lugar no presentan ningún interés por los anfibios y reptiles.

Estado de Conservación de los Reptiles: de acuerdo al Libro Rojo de la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2000), CITES (Convention Internacional Trade en Endangered Species(2003). en las zonas del proyecto, se debe verificar especies de reptiles y anfibios catalogadas dentro de la lista de la UICN y CITES.

d.- Ecosistemas Espaciales y/o en Peligro de Extinción: es parte fundamental los estudios del ecosistema, ya que de acuerdo a experiencias en rellenos sanitarios, estos se encuentran alterados completamente; sin embargo, es importante tener siempre presente la conservación de la vegetación, la misma que protegerá los procesos erosivos que a la larga alteran al ecosistema acuático del sector.

e.- Áreas Protegidas, Bosques Protectores y Patrimonio Forestal del Estado: en todos los sitios destinados a la implantación de los rellenos sanitarios es importante tomar en cuenta, la normativa de las Áreas Naturales Protegidas, Bosques y Vegetación Protectores o Patrimonio Forestal del Estado.

5.6 POBLACIÓN Y VIVIENDA

Factor básico se convierte el VI Censo de Población y Vivienda del 2001, datos que ayudan a saber la cantidad de hombres y mujeres, índice de crecimiento poblacional, servicios básicos (infraestructura) como: agua potable, alcantarillado, energía eléctrica, teléfono, transporte, iglesias, escuelas, colegios, centros y subcentros

de salud, mercados, parques, complejos deportivos, aspectos socio económicos, de salud, porcentaje de trabajadores asalariados, trabajadores agrícolas entre otros.

5.6.1 ASPECTOS EDUCATIVOS

Se debe establecer la concentración de los planteles educativos en los principales centros poblados del país. Análisis de la existencia de establecimientos de nivel pre – primario, primario y secundario. Además debe analizarse los principales aspectos educativos del área de influencia directa o indirecta del proyecto, como se indica a continuación:

Población con instrucción superior

Tasa neta de asistencia primaria: (% de población de 6 a 11 años que asiste a la primaria)

Tasa neta de asistencia secundaria: (% de población de 12 a 17 años que asiste a la secundaria)

Tasa neta de asistencia superior: (% de población de 18 a 24 años que asiste a la universidad)

5.7 FACTORES AMBIENTALES A SER EVALUADOS

Es importante la selección de un número apropiado de características ambientales según subcomponentes ambientales. A continuación en el cuadro 11, constan las características ambientales a ser consideradas, su clasificación de acuerdo al componente al que pertenecen y la definición de su inclusión en la caracterización ambiental.

CUADRO 12

Factores Ambientales considerados para la caracterización Ambiental del Área de Influencia

CÓDIGO ABT= AMBIENTAL	COMPONENTE AMBIENTAL	SUBCOMPONEN TE AMBIENTAL	FACTOR AMBIENTAL	DEFINICIÓN
ABT1	ABIÓTICO	Aire	Calidad del	Variación de los niveles de

		Suelo	Aire	emisión e inmisión en el área de influencia del proyecto.
ABT2			Nivel sonoro	Variación de presión molesta en las inmediaciones del proyecto.
ABT3			Características físico-mecánicas	Cambios en la textura y estructura de los suelos en el área intervenida por el proyecto.
ABT4			Destrucción de suelos	Alteración de la calidad del suelo debido a la pérdida de la capa suelo arable.
ABT5			Erosión	Proceso de meteorización e intemperismo del suelo.
ABT6			Permeabilidad	Pérdida de infiltración por disminución de porosidad en los suelos del área a ser intervenida por el proyecto.
ABT7		Agua	Contaminación del agua superficial	Alteración de los parámetros de calidad del agua de los ríos afectados por el proyecto.
ABT8			Contaminación del agua subterránea	Alteración de los parámetros de calidad del agua subterránea principalmente en la etapa de operación.
ABT9			Balance hídrico	Alteración del flujo natural del recurso hídrico por la descarga de caudales provenientes de las aguas negras tratadas en las piscinas de oxidación.
BIO1	BIÓTICO	Flora	Flora y Vegetación	Pérdida de los remanentes de árboles y arbustos que actualmente existan en la zona del proyecto.
BIO2		Fauna	Aves	Afectación a las especies de aves que ante el retiro de la capa vegetal emigrarán a zonas aledañas al proyecto.
BIO3			Anfibios y Reptiles	Afectación a las especies de reptiles que debido al cambio en las condiciones de su hábitat se desplazarán a áreas más favorables para su supervivencia

BIO4			Mamíferos	Afectación a las especies de mamíferos que debido a la construcción del proyecto se desplazarán a zonas aledañas a la misma.
BIO5			Ecosistemas acuáticos	Afectación a los ecosistemas acuáticos, que debido al proyecto serán favorables para su sobrevivencia.
ANT1	ANTRÓPICO	Medio Perceptual	Naturalidad	Alteración de la expresión propia del entorno natural, especialmente en el área de influencia directa.
ANT2			Vista panorámica y paisaje	Alteración del paisaje actual, especialmente en el área de influencia directa del proyecto.
ANT3			Morfología	Alteración de las condiciones del relieve actual.
ANT4		Infraestructura	Red vial	Interferencia con el sistema vial existente con la ciudad.
ANT5			Accesibilidad	Referido a la factibilidad que existirá para acceder al proyecto y su área de influencia.
ANT6			Red de energía eléctrica	Referente al servicio de energía eléctrica en la zona del proyecto, debido al incremento de postes.
ANT7			Transporte y comunicaciones	Referente al servicio de transporte y comunicación como incremento de redes telefónicas.
ANT8			Sistema de saneamiento	Referido a la construcción de pozos sépticos para las descargas originadas por la utilización de inodoros, etc.
ANT9		Humanos	Calidad de Vida	Interferencia en los aspectos de salud, económicos y ecológicos y de conservación del medio ambiente de la población.
ANT10			Salud y seguridad pública	Afectación a la calidad fisiológica y mental de la población y su nivel de riesgo frente a los impactos de las acciones

				derivadas del proyecto.
ANT11			Seguridad laboral	Afectación a la seguridad del personal involucrado en el manejo y operación de la basura.
ANT12			Tranquilidad y armonía	Alteración ambiental derivada de la ejecución del proyecto, evidenciada por efecto del ruido; olores; emanaciones de gases a la atmósfera vectores y, otros.
ANT13		Economía y población	Generación de Empleo	Variación de la capacidad de absorber la población económicamente activa (PEA), en las diferentes actividades productivas directas e indirectas generadas por el proyecto.
ANT14			Densidad	Variación del número de personas en el sector debido a la ejecución del proyecto.
ANT15			Núcleos poblacionales	Alteración de las condiciones de los centros poblados asentados al interior del área de influencia del proyecto.
ANT16			Beneficios económicos	Efectos económicos relacionados con la construcción del proyecto.
ANT17			Economía local	Variación de la dinámica local debido a la construcción y operación del proyecto.
ANT18			Valor del suelo	Variación del costo real del suelo en función de la oferta y demanda debido a la ejecución del proyecto.

5.8 ACCIONES AMBIENTALES A SER EVALUADA

Para la realización del Estudio de Impacto Ambiental, (EslA) debe conformarse un registro de acciones principales que puede ocasionar un proyecto en sus fases de construcción y operación, de tal manera que sean lo más representativas del estudio. En el cuadro N° 7, 12 y 13, constan las acciones consideradas y su definición para la fase de construcción del proyecto y además se hallan las acciones consideradas y su definición para la FASE de Operación.

CUADRO N° 13
Acciones consideradas durante la fase de construcción
C = Construcción

CÓDIGO	ACCION	DEFINICIÓN
C1	Trabajos preliminares	Visita del equipo técnico para realizar las mediciones de campo, con el objeto de realizar la implantación del relleno sanitario, con el fin de evitar daños al ecosistema del sitio del proyecto.
C2	Limpieza, desbroce y adecuación del terreno	Consiste en el levantamiento de la capa vegetal en toda el área del proyecto, para luego realizar la demolición de escombros, con el fin de permitir el replanteo de la obra, que no es otra cosa que dibujar en el terreno lo que está en los planos arquitectónicos, para luego proceder con la construcción de las diferentes obras de infraestructura.
C3	Movimiento de tierras	Comprende el movimiento de tierras con maquinaria pesada, y la incorporación del equipamiento que intervendrá en la conformación del proyecto.
C4	Excavación	Trabajos de excavación para conformación de fosas, piscinas de oxidación, celdas etc.
C5	Desalojo de tierra	Comprende todo trabajo de desalojo de tierra, el mismo que puede servir para compactar la basura.
C6	Provisión de materiales para la construcción	Acción de transportar materiales de construcción al sitio de implantación del relleno sanitario.
C7	Depósito de materiales	Almacenamiento de diferentes materiales que se requiere, para labores de construcción del proyecto.
C8	Preparación de materiales	Elaboración de hormigón, rubro necesario para los diferentes rubros que conforman el relleno sanitario.
C9	Vertidos sólidos y líquidos	Referido a la ubicación de los residuos sólidos generados por los usuarios.
C10	Construcción de fosas	Construcción de fosas para el depósito y tratamiento de basura.
C11	Acabados	Para conformación de pisos, taludes, drenajes, piscinas y caminos.
C12	Equipamiento	Comprende la construcción de los elementos necesarios para el funcionamiento de cada una de las áreas del relleno sanitario.
C13	Circulación Vehicular	Construcción de vías internas y externas en el área del proyecto y su área de influencia.
C14	Siembra de	Comprende la siembra de plantas en el interior y exterior del predio.

	plantas y vegetación	
C15	Actividades del personal	Se refiere a las actividades constructivas desarrolladas por los obreros de la construcción.

CUADRO N° 14

Acciones consideradas necesarias durante la fase de operación del relleno

O= Operación

CÓDIGO	ACCIÓN	DEFINICIÓN
01	Presencia y mantenimiento de la estructura	Acciones involucradas en el mantenimiento de la estructura del relleno sanitario.
02	Actividades operativas y administrativas	Acciones relacionadas con la administración el relleno sanitario.
03	Transporte y descarga de la basura	Referido al transporte y la descarga de la basura al relleno sanitario desde los centros poblados.
04	Disposición final de la basura	Comprende el proceso de ubicación final de la basura en la fosa.
05	Operación	Se refiere al manejo de la basura, su ubicación, reciclaje y optimización del área destinada.
06	Recubrimiento con tierra	Se refiere al funcionamiento de tractores y volquetas que cubren la basura ubicada en la fosa, con tierra de recubrimiento.
07	Transporte de tierra para recubrir la basura	Transporte de tierra para recubrir la basura, la misma que es transportada preferiblemente de lugares cercanos al relleno sanitario
08	Almacenamiento de combustible	Se requiere el almacenamiento de diesel para el funcionamiento de la maquinaria.
09	Almacenamiento de bacterias para el tratamiento	Se refiere al almacenamiento de bacterias para el tratamiento de la basura.
010	Operación y mantenimiento vial	El mantenimiento de las vías, tanto interiores como exteriores al relleno sanitario es indispensable.
011	Operación y mantenimiento de la maquinaria	Se refiere al mantenimiento de la maquinaria para poder operar en forma eficiente el relleno sanitario.
012	Operación del sistema de tratamiento de aguas negras lixiviados	Se relaciona con la operación normal y rutinaria del sistema de tratamiento de aguas residuales, originadas en el proceso de acumulación y descomposición de la basura.
013	Mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas	Comprende las acciones involucradas en el mantenimiento de las unidades de tratamiento.

	negras lixiviados	
014	Actividades de monitoreo y control ambiental	Se relaciona con actividades de monitoreo y control de las diferentes unidades de tratamiento ambiental.
015	Descarga del efluente tratado	Se relaciona con las descargas de agua tratadas al final del relleno sanitario.
016	Control de olores y vectores	Involucra las acciones relacionadas con el manejo de los desechos sólidos, en el área destinada para este fin, y su descomposición.
017	Descarga del efluente tratado	Relacionado con las descargas de aguas tratadas.
018	Control de olores y vectores	Acerca del manejo de vectores y la generación de olores en el área del sistema de tratamiento de las aguas negras.
019	Control de desechos sólidos	Comprende la ubicación de los desechos en las fosas para su disposición final.
020	Accidentes propios del funcionamiento	Accidentes relacionados con el manejo de la basura, con posibles contingencias especialmente por infecciones debido al mal funcionamiento del sistema de tratamiento de los desechos sólidos.

5.8.1 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

El proceso de verificación de una interacción entre la causa (acción considerada) y su efecto sobre el ambiente (factores ambientales), se materializa realizando una marca gráfica en la celda de cruce, para cada etapa del proyecto, obteniéndose como resultado la denominada Matriz de Identificación de Impactos Ambientales. Adicionalmente, se proporciona el carácter o tipo de afectación de la interacción analizada, es decir, se le designa como de orden positivo o negativo.

5.8.2 CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Es importante el análisis cualitativo y cuantitativo de los Impactos ambientales, valorando la importancia y magnitud de cada Impacto previamente identificado. La importancia del impacto de una acción sobre un factor, se refiere a la trascendencia de dicha relación, al grado de influencia que de ella se deriva en términos de cómputo de la calidad ambiental, para lo cual debe utilizarse la información desarrollada en la caracterización ambiental, aplicando una metodología basada en la Extensión, Duración y, Reversibilidad de cada interacción, e introducir factores de ponderación de

acuerdo a la importancia relativa de cada característica. La calificación de cada una de estas características hay que demostrar en matrices, 1, 2 o las necesarias.

Las características consideradas para la valoración de la importancia se las define de la siguiente manera:

- a) Extensión:** se refiere al área de influencia del Impacto Ambiental en relación con el entorno del proyecto.
- b) Duración:** se refiere al tiempo que dura la afectación y que puede ser temporal, permanente o periódica, considerando, además las implicaciones futuras.
- c) Reversibilidad:** representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el Impacto Ambiental.

De la identificación y evaluación ambiental, se desprende que todos los impactos negativos significativos y altamente significativos son mitigables y/o remediabiles, por lo que todo proyecto se convierte en ambientalmente viable.

Para el efecto, se deberá tomar en cuenta todo lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental especialmente en la fase de operación del relleno sanitario.

5.9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

5.9.1 INTRODUCCIÓN

Mediante este trabajo de investigación se pretende llevar adelante un programa de Saneamiento Ambiental, con miras a lograr mejores niveles de salud para la población, y aportar a los gobiernos seccionales mediante un modelo de gestión integral de rellenos sanitarios manuales, para poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes en el Ecuador.

Para el adecuado funcionamiento del Relleno Sanitario se requiere de un documento de uso permanente por parte del personal encargado de la operación y mantenimiento, que señale los pasos y acciones que aseguren la eficiencia del servicio, en el presente trabajo se ha preparado un Plan de Manejo Ambiental, convencido de que este sistema de disposición de desechos sólidos pueda ponerse en práctica,

cumpliendo con el objetivo de proteger la salud de la mayoría de ciudadanos, que habitan en la mayoría de cantones de nuestro país.

El Plan de Manejo Ambiental es un instrumento de gestión destinado a proveer de una guía de programas, procedimientos, medidas prácticas y acciones orientadas a prevenir, eliminar, minimizar o controlar aquellos impactos ambientales o sociales negativos determinados como significativos y altamente significativos.

De igual forma, el Plan de Manejo Ambiental busca maximizar aquellos aspectos identificados como positivos durante la evaluación del proyecto.

Los Planes de Manejo Ambiental para las diferentes municipalidades del país, deben ser entendidos como una herramienta dinámica, y por lo tanto se deben al tiempo, la cual debe ser actualizada y mejorada en la medida en que la operación en el futuro lo amerite. Esto implica que los técnicos de los diferentes proyectos, durante la construcción y luego en la operación del relleno sanitario, deben mantener un compromiso hacia el mejoramiento continuo de los aspectos socio – ambientales y sus impactos, que fueron identificados en el capítulo correspondiente a la evaluación e identificación de los Impactos Ambientales.

El método de relleno a implementarse, se estima una capacidad de albergar 30.000 m³ un área útil de 4 Ha con una vida útil de 20 a 25 años.

Por qué es Importante un Relleno Sanitario: un relleno sanitario tiene por objeto eliminar todos los desechos sólidos producidos por la comunidad, evitando así la convivencia entre el hombre, los animales y las basuras, que de otro modo ocasionarían problemas de:

- **Salud:** porque los insectos y roedores que viven en los basureros transmiten enfermedades. Las moscas pueden diseminar los gérmenes de la fiebre tifoidea, disenteria basilar amebiana, diarrea infantil y otras más. Las ratas pueden transmitir la peste bubónica, el tifus murino, la leptospirosis y la rabia, así mismo, la cría y engorde de cerdos con basura exponen a la población que los consume a contraer estas enfermedades.

- **Sociales:** fomentados por el alto índice de desempleo, obligando a que algunas personas vivan de la selección y recuperación de subproductos de los desechos en el basurero, confundiendo entre los animales en un total estado de insalubridad y degradación del ser humano, no comparable con otra actividad, convirtiéndose además en vectores o portadores de enfermedades infecto - contagiosas, amén de las lesiones corporales recibidas, debido a heridas por objetos como botellas de vidrio rotas, latas etc.
- **Económicos:** por la desvalorización que sufre el sitio y los terrenos aledaños, mientras se está depositando la basura.
- **Ecológicos - Ambientales:** un botadero al aire libre ocasiona la contaminación del suelo, el aire, y el agua, deterioro de los ríos y quebradas cuando reciben directamente estos desechos sólidos.
- **Estéticos:** por el abandono de las basuras alterando notablemente el paisaje con sus quemas, humus y gallinazos, causando impactos con malos olores.

5.9.2 Control de Aguas, Sistema de Tratamiento

Se deben conservar en buen estado el drenaje pluvial, periférico y la superficie del relleno. El operador del relleno tiene la obligación de revisar diariamente las cunetas de coronación, retirando todo material que obstruya el flujo normal del agua,

El frente de trabajo debe tener drenajes para evitar acumulación de agua, y de esta manera no perjudicar el normal movimiento vehicular. El sistema de tratamiento de aguas residuales de Residuos Sólidos se basa en la operación y mantenimiento adecuados de las líneas de flujo del agua y línea de lodos.

El interés del Plan de Manejo Ambiental es que el sistema funcione de acuerdo a los manuales de operación y mantenimiento de las piscinas, sin embargo deben establecerse medidas de mejoramiento complementarias, las cuales se reflejarán en acciones que contempla el PMA para las dos líneas de flujo

a) Canal de lixiviados y de lodos: este canal de conducción es el encargado de transportar el flujo tanto del agua residual que ingresa y recorre todo el sistema de tratamiento, como los sólidos y lodos generados en la fosa del relleno para luego ser conducidos a la piscina de oxidación, para su tratamiento bacteriano.

Medidas de control: las medidas de control a aplicarse a esta unidad para la minimización de los impactos son:

- Mantener siempre operable el sistema de canales de desagüe de los líquidos contaminantes (lixiviados).
- Evitar que los sólidos putrefactos se queden sin ser recubiertos con material de relleno (tierra) al interior de las fosas una vez que sean depositados por los tractores.
- Evitar la sobre acumulación de sólidos recogidos en los bordes de las fosas.
- Disponer adecuadamente los sólidos, una vez que estos sean recolectados y trasladados al relleno sanitario y ubicado en las fosas para respectivo tratamiento.

b) Tratamiento Biológico: el proceso biológico seleccionado para el tratamiento de aguas residuales es el de lodos activos.

Medidas de control: las medidas de control establecidas para la adecuada operación de esta unidad, para establecer la minimización de posibles impactos son:

- Realizar caracterizaciones periódicas del proceso, para establecer los ajustes necesarios en el suministro de bacterias, manteniendo la eficiencia del sistema y evitando la acumulación de lodos en la parte superior de la piscina de oxidación.
- Mantener el caudal constante de diseño en la operación unitaria.
- Limpieza periódica del sistema a fin de mantener totalmente limpias las áreas aledañas.

5.10 PLAN DE CONTIGENCIAS

Este plan ha sido diseñado para afrontar situaciones de emergencia, provocadas por una prestación de servicios inadecuada y el mal manejo de la basura en sus diferentes instancias: Recolección, Barrido y Disposición Final (Transporte y Descarga).

El mal almacenamiento de la basura repercute en la proliferación de malos olores, presencia de mosquitos y roedores en el área del proyecto. Para ello se debe

contar con un equipo preparado en todas las áreas, responsable y entrenado que sea capaz de responder con prontitud a cualquier emergencia, acompañado de los recursos materiales y económicos necesarios que se mantendrán de manera permanente en sitios fácilmente accesibles.

5.10.1 SISTEMA DE CONTROL DE VECTORES Y ROEDORES

El funcionamiento del relleno sanitario es propio para situaciones de propagación de enfermedades infectas contagiosas alarmantes, como es el incremento de los índices de malaria, dengue, paludismo, enfermedades gastrointestinales y pulmonares. Ante esta realidad el Plan de Manejo Ambiental no debe pasar por alto, ya que el peligro que ronda es diario la salud del personal del relleno. Esta situación obliga al Ministerio de Salud a que se encargue de combatir y controlar el problema de los roedores y sus vectores, con productos biológicos de alta eficiencia que no afecten a la salud humana ni a otras especies de los reinos animal y vegetal.

Se debe dar capacitación al personal que llevará adelante esta función, durante el tiempo que funcione el relleno sanitario, con el objeto de eliminar larvas de vectores y criaderos de roedores dentro del relleno sanitario. La existencia de roedores y moscas, acompañados de malos olores, son indicadores de la mala operación del relleno, en cuyo caso se ordenará la colocación de una u otras capas de tierra de 15 cm. como mínimo con su respectiva compactación.

El control de moscas se realizará por lo menos una vez al mes, y así se evitará que el relleno sanitario se convierta en un sitio de crecimiento y proliferación de vectores. Para ello se debe realizar lo siguiente: para el control de moscas en el relleno sanitario, no debe ni puede hacerse con insecticidas, su excesivo empleo no solo origina contaminación del ambiente, sino que desarrolla en las moscas resistencia a los insecticidas, sin embargo se recomienda que el control se realice con compuestos ambientales permitidos, es decir con productos que posean un elevado poder residual y que puedan ser aplicados sobre superficies terminadas, el recubrimiento con tierra es el método principal. No obstante como las moscas llegan con la basura en los carros recolectores se recomienda fumigar el área del relleno con la intensidad que se requiera para cada caso.

Ante la presencia de roedores, se debe utilizar venenos y/o cebos, en dosis únicas como son la escila roja, el fósforo de zinc y otros.

Existen venenos para roedores que pueden ser ingeridos en varios días, luego se espera los efectos de cinco a nueve días de haber sido ingeridos, provocando hemorragia a los roedores (por ser anticoagulantes). El manipuleo del veneno debe ser cuidadosamente realizado para evitar la generación de polvo y el contacto de este con la piel, por lo que se recomienda el uso de guantes antes de iniciar con la mezcla. Después de realizada la operación se debe realizar la limpieza del equipo y el lavado de manos y de las partes expuestas con abundante agua y jabón.

Los venenos de dosis únicas deben utilizarse con mayor cuidado y ser manipulados por personas entrenadas para este trabajo. En áreas donde se detecta la presencia de roedores, se debe colocar recipientes con proporciones de 250 g/100m², los que se irán reemplazando a medida que se consuman. En caso de detectar la presencia de guarida de roedores, se realizará la fumigación de las madrigueras con personal experimentado, utilizando Ácido Cianhídrico, Monóxido de Carbono, Anhídrido Sulfuroso, Bromuro de metilo, en dosis controlada por la Dirección de Salud.

Procedimiento: para el logro de los objetivos propuestos, el trabajo se realizará de la siguiente manera:

- a)** El funcionario municipal encargado del relleno, conjuntamente con el técnico de la Dirección de Salud Municipal, determinarán los lugares donde se aplicará el producto biológico tanto para combatir la presencia de roedores, como de insectos portadores de enfermedades como el dengue, la malaria o el paludismo.
- b)** Para cumplir con los Planes Preventivos de Salud, se realizarán campañas de eliminación de los focos de proliferación de ratas y larvas de vectores mediante programas elaborados entre empleados municipales y de la Dirección de Salud.
- c)** El funcionario municipal encargado del relleno, con su personal técnico, procederán a la aplicación de los productos biológicos en lugares predeterminados, obligatoriamente se deberá informar de esta actividad a todo el personal que labora u ocupa el lugar.

- d) Horas después de aplicado el producto se realizará la primera evaluación, tomando los correctivos necesarios, quedando las siguientes evaluaciones 24 horas después, hasta tener resultados satisfactorios.
- e) El producto bioquímico aplicado en los diferentes lugares del relleno, quedará bajo la custodia y el cuidado del personal que labora en el área.

Resultados esperados.- disminuir la incidencia de enfermedades como: dengue, paludismo y la proliferación de roedores, al interior del relleno sanitario.

Equipos y materiales.-

- a) Equipos de protección para el personal que manipulará y aplicará los productos biológicos.
- b) Que eliminará roedores
- c) Que eliminará larvas de vectores.
- d) Bombas de fumigación.

5.10.2 PLAN DE CAPACITACIÓN

La capacitación tiene como objetivo impartir conocimientos sobre temas ambientales tanto para los empleados que se integran a la fase de construcción como para los empleados involucrados en la fase de operación, al respecto se recomienda capacitar y entrenar a los empleados dentro de los parámetros de salud y seguridad operacional.

Las pautas ambientales tienen como objetivo minimizar los impactos ambientales y socioeconómicos, asociados con la construcción y operación del relleno sanitario, para ello, los empleados y la población involucrada en el área de influencia, deberán ser provistos de la siguiente información:

- Presencia de Impactos Positivos y Negativos asociados con el desarrollo de las actividades del Relleno Sanitario en sus diferentes fases.
- Pautas operacionales ambientales para desarrollar las actividades constructivas, de operación y cierre del proyecto.

- Saber “qué hacer” en el evento de una emergencia ambiental, derrames, incendios, accidentes de un trabajador, etc.
- Conocer los números telefónicos del personal que labora en los departamentos de Seguridad Industrial, Seguridad Ambiental, Manejo de Impactos Negativos, Relaciones Comunitarias.
- El personal de empleados debe poseer una fotocopia de la Evaluación de Impactos Ambientales y su correspondiente Plan de Manejo.

5.10.2.1 OBJETIVO

El objetivo principal es, mediante la capacitación al personal, lograr la adopción de aptitudes y actitudes prácticas, tendientes todas a lograr la Conservación del Ambiente.

5.10.2.2 REUNIONES DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL

Realizar reuniones de capacitación ambiental con todo el personal que labora en el relleno sanitario, con asistencia obligatoria. La capacitación estará a cargo de las Direcciones de Gestión Ambiental de cada uno de los Municipios del país, las mismas que deben ser documentadas en forma escrita y difundidas a través de videos o similares.

5.10.2.3 METODOLOGÍA PARA DESARROLLAR REUNIONES DE CAPACITACIÓN

Procedimiento: para el logro de los objetivos en cada reunión se aplicará la siguiente metodología:

Las Jefaturas Departamentales de Educación Ambiental de las diferentes municipalidades harán una introducción a sus participantes sobre el tema a través de;

- Lectura de un artículo.
- Disertación de un experto en el tema.
- Material audio visual motivante.
- Proyección de películas.

Una vez realizada la introducción del tema, se abrirá la participación de los asistentes, se anotará las ideas más importantes, se procurará no salirse del tema, con esas ideas se procederá a plasmar en un documento de análisis el mismo que se pondrá a disposición de los asistentes, para en una próxima reunión volver a discutirse y mejorarlo.

En los últimos quince minutos de cada reunión, se pondrá énfasis en el tema de la Capacitación Ambiental, como corolario cada asistente incluirá su nombre y firma en un documento de asistencia.

5.10.2.4 ELEMENTOS DE CAPACITACIÓN

Para poder alcanzar este objetivo, es necesario que en el proceso de capacitación intervengan tres elementos:

- a)** Se parte del conocimiento cero del tema, luego viene una reflexión sobre la vida cotidiana personal de cada participante, partiendo de esa experiencia, se pide bajo un esquema preestablecido, que expongan sus propias ideas, prejuicios sobre el tema, esto nos permitirá conocer en que terreno estamos pisando para luego llegar a determinar el diagnóstico.
- b)** Reflexión sobre otras experiencias concretas; las experiencias vividas por el capacitador y de las personas cercanas nos van a determinar el tratamiento del tema para futuras audiencias.
- c)** Poner a disposición del grupo al que se le va a capacitar, conceptos que le sirvan de base para tener un conocimiento más cabal del tema, para empezar a cambiar sus actitudes y comportamientos.

Con esta metodología se logra extraer sus experiencias y conocimientos, que se lleva a tarjetas de distintos colores y formas que serán repartidas a los participantes; esto no es otra cosa que recoger las ideas y los conocimientos de ellos.

A partir de la información obtenida en el paso anterior, el capacitador orientará, de manera que complemente las experiencias de la audiencia, con sus propias experiencias, o con otras, de personas cercanas al público.

En esta parte del evento de capacitación, se pueden utilizar videos, que ilustran y resumen situaciones concretas relacionadas con los temas que se tratarán posteriormente.

La capacitación deberá finalizar con una serie de propuestas o sugerencias guía del capacitador, sobre maneras como debemos enfrentar los problemas que se presenten en la aplicación del Plan de Manejo Ambiental, especialmente en el papel de cada uno de los que laboran en el relleno sanitario, cuidado de áreas verdes y sustentabilidad del proyecto.

5.10.2.5 TEMAS DE CAPACITACIÓN

5.10.2.6 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL FUENTES Y ORIGEN

- a) Contaminación del aire: efectos sobre la salud y el medio ambiente.
- b) Contaminación del suelo: efectos sobre la salud y el medio ambiente.
- c) Contaminación del agua: efectos sobre la salud y el medio ambiente.

5.11 DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS: FUENTES Y ORIGEN

- a) Manejo y disposición de desechos sólidos y líquidos.
- b) Reciclaje de desechos sólidos.

5.11.1 RECURSOS NATURALES

- a) Importancia, recuperación y conservación de los recursos agua, suelo, aire, flora y fauna.
- b) Deforestación e incidencias sobre el Ambiente y el hombre.
- c) Divulgación de ordenanzas municipales y normativa forestal para el uso sustentable de los recursos.

5.11.2 PREVENCIÓN DE ENFERMEDADES PREVALENTES

- a) Uso de agua segura y espacios saludables.
- b) Ordenamiento adecuado de la demanda de servicios de salud.

- c) Fortalecimiento de la oferta de servicios de salud.
- d) Auto cuidado de la salud.

5.11.3 PERSONAL A CAPACITARSE

- a) Conductores de recolectores y operarios de maquinaria.
- b) Jornaleros municipales que laboran en la recolección, barrido y disposición final.

5.11.4 CAPACITADORES

Las autoridades departamentales de cada una de las municipalidades entre las que se encuentran:

- Director del Medio Ambiente
- Director de Saneamiento Ambiental
- Director de Salud
- Director de Desarrollo de la Comunidad
- Director de Obras Públicas
- Director de Planificación
- Procurador Síndico

5.11.5 RESULTADOS ESPERADOS

- a) Cambio de actitud de los trabajadores del relleno sanitario frente a los problemas ambientales.
- b) Manejo adecuado de los desechos en el interior del relleno sanitario.
- c) Aplicación optima del Plan de Manejo Ambiental en el relleno sanitario.
- d) Desarrollo de aptitudes y destrezas para el mejoramiento de las condiciones higiénico sanitarias y de salubridad.

5.11.6 EQUIPOS Y MATERIALES

- a) Infocus.
- b) Computadora portátil.
- c) Amplificación.

- d) VHS y TV.
- e) Pizarra y marcadores líquidos.

5.11.7 TIEMPO DE DURACIÓN DE LA CAPACITACIÓN

- a) Capacitación teórica: ocho talleres de dos horas.
- b) Implementación del programa: un mes.
- c) Supervisión y ajustes: dos meses.
- d) Evaluación: un día.
- e) Auditoria ambiental, cada seis meses.

5.12 PLAN DE SEÑALIZACIÓN

Las señalizaciones y los carteles deben confeccionarse de acuerdo con las normativas vigentes y estándares establecidos y los procedimientos para relleno sanitario, de igual manera en cuanto a los colores, ubicaciones, mensajes y tamaño.

5.12.1 OBJETIVO

Normalizar la señalización del RS y sus vías de comunicación, con el objeto de informar, educar, persuadir y prevenir accidentes de trabajo, daños al ambiente.

5.12.2 TIPOS Y ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

Carteles de chapa, atornillados/soldados.

Carteles autoadhesivos.

Carteleras.

5.12.3 LEYENDAS Y CARTELES DE TOMA DE CONCIENCIA

LEYENDA	COLORES	TAMAÑO
Peligro	Amarillo letras negras	100 x 40 cm
Áreas verdes	Verde letras blancas	100 x 40 cm
Área restringida	Amarillo letras negras	100 x 40 cm
Área de desechos sólidos	Amarillo letras negras	100 x 40 cm

5.13 PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL

El presente plan tiene la finalidad de realizar el seguimiento, control, aplicación oportuna y adecuada de las medidas propuestas en el Plan de Manejo Ambiental.

Para la etapa constructiva: la Dirección de Obras Públicas es la responsable del monitoreo de las medidas planteadas en el Manejo Ambiental, se mantendrá una supervisión diaria de las acciones encargadas a mitigar los impactos ambientales, relacionados con la generación del material particulado proveniente de los materiales de la construcción almacenados temporalmente en el predio, o transportados en camiones o volquetas, se verificará que dichos materiales se mantengan cubiertos con lonas o similares.

Semanalmente, se verificará las condiciones de operación del equipo y maquinaria de construcción, de manera que se determine oportunamente la necesidad de dar el mantenimiento oportuno.

Diariamente, se verificará que los obreros de la construcción utilicen apropiadamente los equipos de seguridad industrial, con énfasis en aquellos que estén más expuestos a riesgos de trabajo.

Se verificará diariamente que los vehículos, cumplan con los horarios establecidos en el Plan de Manejo Ambiental para la circulación del transporte en el área de influencia del proyecto.

Para la fase de operación: la responsable del monitoreo de las medidas planteadas en el Plan de Manejo Ambiental durante la fase operativa del proyecto será la Dirección de Saneamiento Ambiental y la supervisión de todas las actividades que se desarrollen al interior del proyecto. En general, todas las actividades estarán orientadas a una supervisión adecuada, referentes al Plan de Manejo Ambiental, en forma diaria relacionadas con la verificación y control del:

- Manejo de los desechos sólidos.
- Correcta disposición y vigencia de los desechos y tierras de recubrimiento.
- Circulación vehicular al interior del relleno sanitario.

- Monitoreos de emisión de gases y malos olores.
- Mantenimiento y emisión de gases del sistema de tratamiento de aguas negras.
- Eficiencia del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Manejo adecuado de lodos y lixiviados provenientes de la descomposición de los desechos.
- Control de plagas y vectores (moscas y roedores)

En el siguiente cuadro se detallan las medidas planteadas para el monitoreo en la fase constructiva y operacional del relleno sanitario:

CUADRO 15
MONITOREO AMBIENTAL-PARA UN RELLENO SANITARIO

FASE DE CONSTRUCCIÓN				
Actividad	Medidas planteadas	Frecuencia	Responsables	Obs.
Verificar la generación de material particulado, proveniente de los materiales para la construcción almacenados temporalmente en el predio, o transportados en camiones o volquetas.	Verificación de que se mantengan cubiertos con lonas	Diaria	Dirección de Obras Públicas	
Operación del equipo y maquinaria de construcción que emplee combustibles para su funcionamiento	Verificación de las condiciones de operación, a fin de determinar la necesidad de un trabajo de saneamiento	Semanal	Dirección de Obras Públicas	
Trabajo de obreros	Se verificará que los obreros de la construcción utilicen apropiadamente los equipos de seguridad industrial	Diaria	Dirección de Obras Públicas	

Transporte de material para la obra	Se verificará que los vehículos municipales cumplan con los horarios y seguridad en los horarios de circulación del transporte en el área de influencia	Diaria	Dirección de Obras Públicas	
	Fase de operación			
Manejo ubicación de desechos sólidos que llegan de la ciudad	Verificación y control de un buen manejo de los desechos sólidos	Diaria	Dirección de Saneamiento Ambiental	
Almacenamiento de bacterias para el tratamiento biológico	Verificación de las operaciones de carga de los tanques de almacenamiento de bacterias	Diaria	Dirección de Saneamiento Ambiental	
Maquinaria	Correcta disposición de la basura con la maquinaria en las fosas, se verificará su operatividad y mantenimiento	Semanal	Dirección de Obras Públicas	
Circulación vehicular	Verificación de una adecuada y segura circulación vehicular al interior del relleno sanitario	Diaria	Dirección de Saneamiento Ambiental	
Operatividad de las fosas que almacenan la basura	Verificación de una adecuada disposición de los desechos en la fosa de destino final	Trimestral	Dirección de Saneamiento Ambiental	
Operación de los drenajes	Verificación del mantenimiento de los drenajes de líquidos percolados	Trimestral	Dirección de Saneamiento Ambiental	
Operación del sistema de tratamiento de aguas	Verificar la eficiencia del sistema	Semestral	Dirección de Gestión	

negras			Ambiental	
Manejo de los lodos percolados	Verificar la composición físico química de los lodos	Semestral	Dirección de Gestión Ambiental	
Manejo de la basura	Verificar la implementación de procesos adecuados de tratamiento	Mensual	Dirección de Gestión Ambiental	

Este formato contará con las firmas de responsabilidad de las personas que ejecuten el monitoreo ambiental y la información documentada de las empresas y laboratorios que efectúen las mediciones y mantenimientos.

5.14 PLAN DE CIERRE

El Plan de abandono o cierre del relleno sanitario comprende el cese de las operaciones en dicha instalación, en conjunto con el desmantelamiento total de su infraestructura y el recubrimiento de todos los desechos.

El presente Plan General de Abandono para las instalaciones de los rellenos sanitarios deben tomarse en cuenta las condiciones que establezca la Legislación ecuatoriana vigente.

De esta forma los planes de cierre se enfocan en dos actividades interrelacionadas, se verificará que durante los trabajos de desinstalación de la infraestructura, los residuos a generarse reciban métodos de control en, recolección, transporte y disposición final.

La etapa de abandono del proyecto, consiste principalmente en el recubrimiento de todas las fosas, totalmente de tierra, con la instalación de chimeneas que permitan la salida del metano y otros gases, en las diferentes áreas del relleno sanitario.

Los desechos de las fosas una vez cubiertos serán sembrados en la parte superior plantas propias del lugar, árboles como eucalipto, jazmín, con el objeto de crear bosques y jardines.

5.15 PRESUPUESTO ESTIMADO

Todo proyecto debe constar de un presupuesto estimado, para tener una idea del costo que tendría el Plan de Manejo Ambiental debe realizarse la matriz de estimación:

CUADRO N° 16

Matriz de estimación de costos para el Plan de Manejo Ambiental

ACTIVIDAD	FASE CONSTRUCCIÓN COSTO ESTIMADO \$	FASE OPERACIÓN COSTO ESTIMADO \$	PLAZO DE EJECUCIÓN	RESPONSABLES
CALIDAD DEL AIRE				
Mantenimiento preventivo de la maquinaria de construcción	2000	-----	Inmediato	Talleres Municipales
Cubierta para el transporte de materiales pétreos	2000	-----	Inmediato	Dirección de Obras Públicas
Cubierta para materiales, con granos finos	2000	-----	Inmediato	Transportistas Dirección de Obras Públicas
NIVEL SONORO				
Equipos de protección auditiva para el personal que labora cerca de la fuente	2000	-----	Inmediato	Dirección de Saneamiento Ambiental
PLAN DE CONTINGENCIAS				

Alarma manual para incendios (2)	-----	600	Una vez concluidas todas las labores constructivas, se instalará en el primer mes	Dirección de Saneamiento Ambiental
Extintores de 5 lb. Para polvo químico seco tipo ABC	-----	1000	Una vez concluidas todas las labores constructivas, se instalará en el primer mes	Dirección de Saneamiento Ambiental
Mantenimiento de vías	-----	5000	Una vez concluidas todas las labores constructivas, se realizará dos veces al año	Dirección de Obras Públicas
Mantenimiento de los sistemas de tratamiento de los líquidos lixiviados	-----	3000	Dos veces al año	Dirección de Saneamiento Ambiental
Medición de emisiones gaseosas de las fosas	-----	1200	Dos veces al año	Dirección de Gestión Ambiental
Medición del efluente tratado (antes del ingreso al sistema de	-----	1200	Dos veces al año	Dirección de Saneamiento Ambiental

tratamiento y después del mismo)				
Caracterización de los lodos del sistema de tratamiento	-----	600	Dos veces al año	Dirección de Saneamiento Ambiental
SALUD Y SEGURIDAD				
Capacitación ambiental a los obreros y técnicos	1000	-----	En la primera semana antes de iniciar las labores constructivas	Dirección de Gestión Ambiental
Capacitación al personal de guardia, servicio y administración en emergencias y contra incendios	-----	1000	Una vez concluidas las labores constructivas, se instalará en el primer mes	Dirección de Gestión Ambiental
PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS				
Presentación pública del EsIA (folletos informativos, charlas a la comunidad)	-----	1500	Se realizará en la primera semana de inicio de los trabajos	Dirección de Gestión Ambiental
SUB TOTAL	7200	15100		
TOTAL		\$ 22.300		

Los costos expresados en esta tabla son referenciales para la construcción y operación del modelo de relleno sanitario propuesto para la mayoría de las municipalidades del país. Deberán ser actualizados con la práctica.

El Plan de Manejo Ambiental, será administrado y supervisado directamente por la Dirección de Saneamiento Ambiental, durante la etapa de construcción y operación, la máxima autoridad municipal será la encargada de cumplir y hacer cumplir su implementación, mediante la aprobación de inversiones, creación de ordenanzas, así como el seguimiento de los plazos establecidos en el cronograma.

Cabe señalar que no se ha tomado en cuenta los costos estimados del Plan de Manejo Ambiental para la Etapa de Cierre, por cuanto la naturaleza del inmueble y la vida útil del Relleno Sanitario está programada para 20 a 25 años, bajo esta premisa y como es lógico no se puede prever los costos el tiempo proyectado.

5.16.- Propuesta de Ordenanza

Como complemento al Modelo, se ha desarrollado una propuesta de ordenanza para este modelo en base a la normativa legal existente y, a experiencias en esta temática y comparaciones de municipios grandes de nuestro país como: Quito, Guayaquil, Cuenca entre otros. Se ha tomado en cuenta ciertas particularidades de los municipios porque no necesariamente están considerados en las ciudades grandes.

El proyecto de Ordenanza consta en el **anexo 1**, en el que fundamentalmente encontramos indicadores, y que dependen de muchas variables que no se pueden controlar como, política gubernamental, política económica calidad que presta el servicio y capacidad, entrenamiento, calidad y aún la honestidad del administrador, gerente o grupo gerencial, las cuales son muy difíciles de tratar en una trabajo de investigación como este.

Definitivamente, se trata en este proyecto de ordenanza como un servicio que presta la municipalidad dirigido a todos los aspectos relacionados con la producción, el almacenamiento, la recolección, el transporte y la disposición final.

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. La basura en los 219 municipios del país se han convertido en una suerte de “vecino” indeseable. Mientras más lejos esté es mejor. Porque en la mayoría de los casos, el manejo de la disposición final de los residuos sólidos en los rellenos sanitarios, más conocidos como botaderos de basura, es pésimo. Allí se da culto a la contaminación ambiental convirtiéndose en verdaderos focos de infección.
2. Las autoridades tampoco lo consideran como tema trascendental vinculado con la salud y el ambiente (calidad de vida). Esto ocurre porque no hay una verdadera conciencia, por parte de los municipios, que manejan de forma “monopólica” estos servicios por mandato legal, y porque en los gobiernos municipales de turno no les es atractivo invertir en algo “poco rentable” para conseguir votos en relación con obras que se ven y dan más votos.
3. Los cabildos no planifican sobre el manejo de los desechos, estos temas no son ejes estratégicos en los planes municipales, deben ser parte de la calidad de vida. El cambio debe ser mental y nacer de los alcaldes, sus técnicos y la comunidad. No se requieren inmensos recursos para manejos adecuados y respetuosos de la salud y el ambiente, se requiere voluntad, decisión y convicción de respeto a la calidad de vida.
4. La generación per cápita y composición de residuos sólidos domésticos que se generan en las ciudades ecuatorianas es bastante heterogénea, lo que implica el empleo de una gran variedad de vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos. Por lo general, estos vehículos son triciclos, camiones, tractores agrícolas. Sin embargo, en la mayoría de las ciudades no se consideran las características de los residuos sólidos al momento de seleccionar el tipo de unidad de recolección.
5. El almacenamiento de residuos sólidos se realiza según el buen criterio del usuario del servicio de aseo urbano, originando tiempos muertos en el proceso de recolección de residuos sólidos. En gran medida, la recolección de residuos

sólidos se realiza de manera indiscriminada, mezclándose los distintos tipos de residuos en un solo vehículo de recolección.

6. El Relleno Sanitario es la técnica más aceptable en el Ecuador, sin embargo, la ausencia de estas instalaciones en el país figura entre los problemas de primer orden. Esta es la razón por la que en Ecuador el “botadero abierto” es sinónimo de “relleno sanitario”
7. En la práctica, ninguna ciudad ha elaborado un plan director de residuos sólidos con enfoques de desarrollo urbano, que incluyan el uso de tecnologías adecuadas para atender a sectores con características específicas. Al respecto, las microempresas de recolección de residuos sólidos, barrido, relleno sanitario de operación manual constituyen opciones válidas.
8. Los sindicatos de los servicios de aseo urbano son un impedimento para la modernización del sector, pues influyen en las formas de contratación de personal e incluso en decisiones técnico administrativas, sin permitir que el sector salga de la esfera pública o que se apliquen otros esquemas de gestión, que mejoren lo tradicional.
9. Un aspecto importante a considerar es el fortalecimiento de la consultoría local en materia de modelos alternativos de gestión de servicios públicos municipales.
10. En otros países, el manejo de los desechos es un negocio ¿por qué en nuestro país no se lo ve así? Desde el lado económico, no son muy rentables, lo son más bien desde el punto de vista ambiental, de salud y de calidad de vida. Es rentable para las personas que trabajan en el reciclaje en sus hogares y no deben pagar mano de obra, incluso piensan en no emigrar a otros países.
11. Los Rellenos Sanitarios de los diferentes Gobiernos Municipales del país, a través de las Direcciones de Planificación, Saneamiento Ambiental, Gestión Ambiental y Obras Públicas deben prever que los estudios sean completos y competentes, los mismos que van desde la ubicación correcta del terreno, con planificación de los ambientes internos y externos más adecuados y agradables, incorporando tecnología de punta no solo en cuanto a maquinaria sino también al manejo, ubicación de los desechos en las fosas, ubicación de las lagunas para el tratamiento de las descargas líquidas, todo este proceso con el fin de minimizar los impactos sobre el medio líquido circundante, para luego proceder con la construcción del relleno sanitario.
12. Es importante ingresar el proyecto, al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, ya que éste orientará en la toma de decisiones en las etapas de

construcción, operación y cierre del proyecto en cuestión, tomando en cuenta a los promotores del proyecto (alcaldes) y a la ciudadanía, sobre la base del cumplimiento de la política, legislación y normativa ambiental vigentes a nivel local y nacional, principalmente a lo exigido por el Sistema Único de Manejo Ambiental, publicado en el Texto Unificado de Legislación Secundaria en el Libro VI, Título I, y todo lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental.

13. Las medidas que se proponen en el Plan de Manejo Ambiental como consecuencia de la Evaluación Ambiental, van a facilitar, a los responsables directos de la Gestión Ambiental del Relleno Sanitario, la ejecución de acciones ambientalmente viables, de manera que el proyecto no revierta ningún riesgo hacia el medio ambiente o a la salud de quienes vivan o desarrollen sus actividades en su área de influencia.
14. El buen manejo de los desechos mejorará la calidad de vida de las urbes.
15. La necesidad de alcanzar niveles de eficiencia y competitividad en la gestión de los servicios de limpieza pública ha llevado al establecimiento de parámetros para medir la efectividad y calidad de los servicios. La medición busca obtener una relación favorable de costo-beneficio y se centra en el nivel de cobertura, productividad y efectividad de las actividades que conforman el servicio.
16. El servicio de limpieza puede ser ejecutado por el sector privado o público, pero es en este último donde se identifican mayores problemas, como la interferencia política y la falta de capacitación técnica que imposibilita la visión integral del manejo de los residuos sólidos. Ello conlleva al aumento de costos del servicio y a la disminución de la productividad y de la vida útil de los equipos.
17. Los indicadores se utilizan como estándares para la toma de decisiones y el mejoramiento continuo. De acuerdo con su naturaleza e importancia deben ser manejados por determinados niveles jerárquicos del ente responsable de la actividad, sea privado o público. Cada nivel jerárquico los utilizará para la identificación de prioridades en los servicios bajo su administración.
18. No existe un manejo adecuado de los desechos hospitalarios se debe controlar la contaminación generada por el uso de estos materiales.

6.2 RECOMENDACIONES

1. El Estado ecuatoriano declarará como prioridad nacional la gestión integral de los residuos sólidos como una responsabilidad compartida por toda la sociedad,

que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas nacionales, en el ámbito de la salud, el medio ambiente, en la adecuada disposición final de los residuos sólidos.

2. La administración municipal debe dar prioridad a la limpieza pública, por tratarse de un servicio básico relacionado directamente con la salud de la población, al igual que los de agua y desagüe.
3. Se recomienda la aplicación de indicadores, ya que estos permiten hacer el seguimiento y la evaluación sistematizada de los procesos involucrados en la prestación de los servicios.
4. La tendencia actual se orienta hacia la mayor participación del sector privado en el manejo de los residuos sólidos. Dicha participación requiere reglas claras y una supervisión eficiente, objetiva y transparente que garantice la adecuada prestación de los servicios.
5. La concesión es una de las alternativas más viables para transferir al sector privado la prestación de servicios de limpieza pública. A través de la concesión se establecen contratos de períodos largos que garantizan rentabilidad y retorno de la inversión a la empresa privada.
6. Realizar actividades conjuntas entre las: Direcciones Municipales de Desarrollo Comunitario, Saneamiento Ambiental, Salud, Planificación y Gestión Ambiental, quienes serán las encargadas de diseñar las acciones de participación ciudadana, entre las que se encuentran las entidades educativas y parroquiales que estén ubicadas en el área de influencia del relleno sanitario, para apoyar las actividades más importantes que contribuyan al desarrollo y mejoramiento del sector, principalmente con lo relacionado a la infraestructura básica (agua potable, alcantarillado), vialidad, transporte público, entre otros.
7. Para el manejo de los residuos sólidos, se debe: Valorar todos los materiales útiles y minimizar los daños y riesgos al ambiente mediante la ejecución de cuatro componentes:
 - Disposición final adecuada de los residuos sólidos
 - Aislamiento sanitario de los residuos peligrosos
 - Valoración de los residuos reciclables y
 - Valoración de los residuos biodegradables.
8. Participación activa de la ciudadanía en los servicios de recolección, reutilización y disposición final de los residuos sólidos.

9. Crear normas y estándares técnicos para el manejo de los residuos sólidos, por las entidades responsables (municipios del país).
10. Realizar campañas de educación puerta a puerta, las campañas buscan conseguir el apoyo de la comunidad para que clasifique los residuos en la fuente y se entregue la basura en fundas plásticas.
11. En la implantación del relleno Sanitario de deberá tomar en cuenta los hitos y singularidades paisajísticas naturales o artificiales del área, las mismas que deberán ser protegidas considerando su cuenca visual.
12. Deberá emprenderse programas de reforestación que mitiguen los impactos visuales generados por el mismo (el hombre) y a su vez realizar una adecuada integración al paisaje natural.
13. Como parte de la protección al paisaje deberá darse especial atención a la localización y diseño de las instalaciones de operación del Relleno Sanitario, con el propósito de evitar alteraciones conflictivas desde el punto de vista del impacto visual, recomendando la utilización de elementos propios de la zona tales como materiales, formas, colores, alturas y volúmenes, proyectándose en función del contexto, para lo cual se debe contar con las posibilidades que ofrecen la vegetación como elemento que permite la incorporación de instalaciones al paisaje rural.
14. Medidas de seguridad en las diferentes actividades de operación y mantenimiento del relleno sanitario entre las que se encuentran:
 - Recoger la basura empleando guantes y recogedores, para evitar cortes en las manos al encontrar vidrios rotos o metales afilados.
 - Manjar recipientes muy grandes entre dos personas, para evitar desgarramientos musculares al ser levantados para su traslado y vaciado al vehículo recolector.
 - Trabajar en jornadas normales, para evitar la consiguiente fatiga y cansancio de los trabajadores.
 - Laborar con uniformes adecuados y equipos individuales de protección.
 - No ingerir bebidas alcohólicas durante la jornada de trabajo.
 - No levantar en forma indebida recipientes u objetos pesados.
 - Prestar atención al tráfico vehicular.
 - No fumar en áreas cercanas a la fosa séptica y chimeneas del relleno sanitario

15. Que el operador tome conciencia del principio de “mantener las manos por debajo del cuello” ya que están expuestos a todos los peligros de las enfermedades de origen hídrico, fiebre tifoidea, paratifoidea, tétanos, infecciones de la piel, disentería amebiana, ictericia infecciosa y otras infecciones intestinales, las cuales llegan al cuerpo por vía bucal, nasal o por las manos.
16. En lo posible trabajar con luz natural.
17. En caso de actividades de operación y mantenimiento de fosas sépticas, por presencia de gas metano, que es altamente explosivo, se recomienda el empleo de lámparas a prueba de explosión con extensiones a tierra, nunca se debe utilizar fósforos antorcha, velas, u otros agentes que puedan provocar explosiones.
18. En caso de lesiones leves, deberá ser un médico el encargado de tratar las heridas al trabajador.
19. Se debe proveer al personal de un local para vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropas, antes y después de la jornada de trabajo, a fin de no llevar a sus hogares cualquier contaminación.
20. Establecer un programa de exámenes médicos, para identificar los riesgos potenciales de contaminación, dotar a los trabajadores de guantes, botas, uniformes, contar con un botiquín para primeros auxilios.
21. La persona responsable de la operación y mantenimiento del relleno sanitario, debe tener conocimientos adecuados y dar periódicamente cursos de manejo, salud ambiental, riesgos de trabajo. Etc.
22. Establecer métodos de promoción y educación sanitaria, destinados a educar e informar a la población, que le permita a esta, mejorar su participación en el sistema de aseo urbano, es decir: conseguir la mayor participación de la población, en actividades de difusión y concientización ciudadana en el campo de los desechos sólidos.

Capítulo aparte pertenecen los desechos médicos, quirúrgicos, veterinarios, es decir los que provienen de hospitales, centros de salud, clínicas, consultorios médicos veterinarios, estos presentan riesgos directos para la salud, por lo tanto no pueden, ni deben manejarse o eliminarse conjuntamente con los desechos domésticos y requieren la adopción de medidas específicas para su almacenamiento, transporte y tratamiento final.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Almacenamiento:** acción de retener temporalmente desechos, mientras no sean entregados al servicio de recolección, para su posterior procesamiento, reutilización o disposición.
- **Aerobio:** relativo a la vida o procesos que pueden ocurrir únicamente en presencia de oxígeno.
- **Aguas de escorrentía:** aguas que no penetran en el suelo o que lo hacen lentamente y que corren sobre la superficie del terreno después de la lluvia.
- **Ambiente:** conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.
- **Anaerobio:** relativo a la ausencia de oxígeno libre. Requerimiento de ausencia de aire o de oxígeno para la degradación de la materia orgánica.
- **Basura:** se entiende por basura todo desecho sólido o semisólido, de origen animal, vegetal o mineral susceptible o no de descomposición que es descartado, abandonado, botado, desechado o rechazado por domicilios, comercios, oficinas o industrias.
- **Basura Radioactiva:** aquella que emite radiaciones electromagnéticas en niveles superiores a las radiaciones naturales.
- **Basura Tóxica:** aquella que por su característica física o química, dependiendo de su concentración y tiempo de exposición, puede provocar contaminación ambiental y causar daño a los seres vivos, inclusive la muerte.
- **Berma:** espacio entre el pie del talud y el declive exterior del terraplén
- **Biodegradables:** propiedad de toda materia orgánica de ser metabolizada por medios biológicos.
- **Botadero de Desechos:** es el sitio o vertedero, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, en el que no existen técnicas de manejo adecuado y en el que no se ejerce un control y representa riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
- **Biogás:** mezcla de gas de bajo peso molecular (metano, bióxido de carbono, etc.).
- **Bióxido de carbono:** gas incoloro y más pesado que el aire. Altamente soluble en el agua, donde forma soluciones de ácidos débiles corrosivos. No inflamable por causa de su metabolismo anaerobio. Su fórmula es CO₂

- **Celda:** conformación geométrica que se les da a los RSM y al material de cubierta debidamente compactado mediante equipo mecánico o por los trabajadores de un relleno sanitario
- **Compactación:** acción de presionar cualquier material para reducir los vacíos existentes en él. El propósito de la compactación en el relleno sanitario es disminuir el volumen que ocuparán los RSM a fin de lograr una mayor estabilidad y vida útil.
- **Contaminación por desechos sólidos:** la degradación de la calidad natural del medio ambiente como resultado, directo o indirecto, de la presencia o la gestión, y la disposición final inadecuada de los desechos sólidos.
- **Desecho Orgánico:** es el subproducto de organismos vivos, susceptibles de descomposición.
- **Desechos Sólidos (Residuo Sólido):** conjunto de materiales sólidos de origen orgánico e inorgánico (putrescible o no) que no tiene utilidad práctica para la actividad que lo produce, siendo procedente de las actividades domésticas, comerciales, industriales y de todo tipo que se produzcan en una comunidad, con la sola excepción de las excretas humanas.
- **Disposición Final:** procesos u operaciones para tratar o disponer en un lugar los residuos sólidos como última etapa de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura.
- **Dren:** estructura que sirve para el saneamiento y la eliminación del exceso de humedad
- **Escombros:** desechos sólidos inertes producidos como efecto de demolición reformas constructivas o viales, y que están compuestos de hierro, ladrillos, tierra, tierra cocida, materiales pétreos, calcáreos o cemento.
- **Espacio Público:** el conjunto de bienes de uso público – y por tanto su limpieza de responsabilidad compartida entre la municipalidad y la comunidad a las vías, carreteras, calles, aceras, pasajes, avenidas, parterres, plazas, parques, jardines, zonas verdes, quebradas, ríos, áreas recreacionales, túneles, puentes peatonales, paradas de buses, mobiliario urbano y demás bienes de propiedad municipal destinados directamente al uso común. Se exceptúan por su carácter no público los patios interiores, lotes privados, centros comerciales, condominios, edificios y similares cuya limpieza corresponde a los particulares, sea la propiedad única, compartida o en régimen de propiedad horizontal.
- **Gestión de los Desechos Sólidos:** toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de

políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos del ámbito nacional, regional, local y empresarial.

- **Gestión Integral:** conjunto de operaciones y procesos encaminados a la reducción de la generación, segregación en la fuente y de todas las etapas de la gestión de los desechos, hasta su disposición final.
- **Generador:** persona natural o jurídica que, en razón de sus actividades, genera desechos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario. También se considera como generador al poseedor de residuos sólidos peligrosos cuando no se pudiera identificar al generador real y a los gobiernos municipales a partir de las actividades de recolección.
- **Generador de Desechos Sólidos:** toda persona, natural o jurídica, pública o privada que, como resultado de sus actividades, pudiera crear o generar desechos sólidos.
- **Reducir:** evitar todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario al momento de eliminación. Cuando se deseché lo que se considera innecesario, no deben ser mezclados; es decir, si los desechos son separados en la fuente de generación, los productos que se obtengan puedan ser reutilizados o reciclados.
- En el proceso de separación en la fuente se puede utilizar botes, contenedores, charolas, bolsas, cajas distintas, que pueden tener un letrero de identificación del tipo de materiales que irá en ellos, o diferenciarlos por colores.
- **Reutilizar:** es cuando un producto o material puede ser utilizado varias veces sin tratamiento. De esta forma se obtiene la máxima utilidad de los objetos adquiridos sin crear la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos.
- **Reciclar:** es el proceso por el cual los materiales son utilizados varias veces o son reintegrados a otros procesos naturales o industriales para hacer el mismo, o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales y ahorrando energía.
- **Lixiviado:** Líquido que se ha filtrado o percolado a través de los residuos sólidos u otros medios, y que ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.
- **Lodo industrial:** es aquel subproducto de un proceso industrial que tiene una composición química contaminante y que debe ser neutralizado y estabilizado antes de su disposición final.
- **Manejo:** la recolección, almacenamiento segregación, transportación, tratamiento y disposición final.

- **Manejo Ambientalmente Racional de los Desechos Peligrosos o de Otros Desechos:** conjunto de medidas posibles para garantizar que los desechos peligrosos y otros desechos se manejen de manera que queden protegidos el medio ambiente y la salud humana, contra los efectos nocivos que puedan derivarse de tales desechos.
- **Manejo Integral de Desechos Sólidos:** es un conjunto de acciones normativas, financieras y de planeamiento que se aplica a todas las etapas del manejo de residuos sólidos desde su generación, basándose en criterios sanitarios, ambientales y de viabilidad técnica y económica para la reducción en la fuente, el aprovechamiento, tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos.
- **Minado:** es la actividad de rebuscar los residuos sólidos para extraer diversos materiales.
- **Minimización:** acción de reducir al mínimo posible el volumen y peligrosidad de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método, o técnica utilizada en la actividad generadora.
- **Modelo:** es un término convencional que se emplea de maneras muy distintas. Como sustantivo implica representación; como adjetivo, grado de perfección; y como verbo se usa para demostrar o explicar como es algo. Se ha dado en llamar “modelos” a las versiones simplificadas de la interdependencia estructural. (sistemas simplificados de símbolos, normas y procesos). “un modelo es por tanto, una estructuración simplificada de la realidad que, se supone, presenta en forma generalizada, facetas y relaciones significativas de aquella.
- **Participación Ciudadana:** mecanismo social que permite a los ciudadanos como individuos o a sus organizaciones tomar parte en la gestión de la cosa pública y que, concomitantemente, posibilita a las autoridades municipales concertar con ellos soluciones a sus problemas ambientales.
- **Segregación:** proceso de selección o separación de un tipo de desecho específico con el objetivo de clasificar, por categoría, el residual sólido.
- **Segregación de la Fuente:** Segregación de diversos materiales específicos del flujo de residuos en el punto de segregación. Esta separación facilita el reciclaje.
- **Tratamiento:** cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química, o biológica del residuo sólido, con el fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente.

- **Recolección y Transportación:** traslado de los desechos sólidos en vehículos destinados a este fin, desde los lugares de almacenamiento hasta el sitio donde serán dispuestos, con o sin tratamiento.
- **Reaprovechar:** volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituya un residuo sólido. Se reconoce como técnica de aprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.
- **Relleno Sanitario:** instalación destinada a la disposición sanitaria y ambientalmente segura de los residuos sólidos en la superficie o bajo tierra, basados en los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental.
- **Relleno Sanitario Manual:** es aquel en el que sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción y el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, comparación y otras obras conexas, pueden realizarse manualmente.
- **Relleno Sanitario Mecanizado:** es aquel en que se requiere de equipo pesado que labore permanentemente en el sitio y, de esta forma, se realicen todas las actividades señaladas en el relleno sanitario manual, así como los estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.
- **Ppc:** Producción per cápita, cantidad de desechos que produce una persona en un día, expresada como kilogramo por habitante y por día (kg./hab./día).
- **Reciclaje:** es un proceso mediante el cual ciertos materiales de los desechos sólidos se separan, recogen, clasifican y almacenan para reincorporarlos como materia prima al ciclo productivo.
- **Recolección:** acción de recoger y trasladar los desechos generados al equipo destinado a transportarlos a las instalaciones de almacenamiento, transferencia, tratamiento, reuso o a los sitios de disposición final.
- **Recolección Selectiva:** acción de clasificar, segregar y presentar segregadamente para su posterior utilización.
- **Reutilización:** capacidad de un producto o envase para ser usado en más de una ocasión, de la misma forma y para el mismo propósito para el cual fue fabricado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Análisis Sectorial de Residuos Sólidos Ecuador - Mayo 2002 – autor - Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud, División de Salud y Medio Ambiente (OPS/OMS).
- Guía del Convenio de Diversidad Biológica. U.I.C.N.
- Enkerlin, Ernesto C. et al. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional Thompson Editores, México.1997
- Módulos de Educación Ambiental para docentes EGB. Inédito. PRODIA.
- Sakurai Kunito “Manual de Instrucción”, Macroindicadores para Gerenciamiento del Servicio de Aseo, Versión Preliminar, Programa Regional OPS/EHP/CEPIS de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano, Febrero de 1972-Editado por R.H. Villescas y Cia.
- INSFOPAL. Estudio de Aseo Urbano de Cúcuta. PIRS. Manejo de Basuras en los Municipios Colombianos. Programa de Investigación sobre los Residuos Sólidos. Secretaría de Salud de Bogotá, Empresa Distrital de Servicios Públicos.
- Definición de Relleno Sanitario que da la American Society of Civil Engineers, ASCE.
- Libro Rojo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales UICN (2000). (Convención Internacional Trade en Endangered Species (2003)
- Asociación Mexicana para el Control de Rellenos Sólidos y Peligrosos-AMCRESPAR. “Impacto Ambientad de Rellenos Sanitarios”. México, Servicios de tecnología Ambiental, 1998.
- Hernández R.S. Fernández, C., Baptista, P.L. 1991. Metodología de la Investigación. McGraw-hill.
- Meza,T. 2001. Alternativas Metodológicas en Evaluaciones Ambientales. Consultora M.M- Ambiente. Quito.
- Conesa Vicente, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 2da. Edición, 1995, Madrid, España.
- Potencial Impacto Ambiental de las Industrias en el Ecuador-Exploración Preliminar y Soluciones. Fundación Natura- Quito-Ecuador. 1991. Libro Rojo.
- Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental-Guillermo Espinosa documento elaborado como parte de la Cooperación Técnica N° ATN/JF-6618

"Programa de Apoyo para el Mejoramiento de la Gestión Ambiental en los Países de América Latina y el Caribe" – Banco Interamericano de Desarrollo – BID-Centro de Estudios para el Desarrollo – CED – Santiago – Chile-2002.

- Conesa Vicente, Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental, 2da. Edición, Madrid, España.
- Gerard Kiely, Ingeniería Ambiental, fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión Volumen III. España, 1999.
- Internacional/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie libros Rojos del Ecuador tomo 2. Quito. Ecuador.
- Investigación de Campo realizada por los consultores. ODEPLAN, CONAM, COSUDE, Información para el Desarrollo Local, INFOPLAN.
- Datos del V Censo de Población y Vivienda. Año 1991
- Revista de Información Técnico Científica. 1991, Escuela Politécnica Nacional, Volumen XVI N° 3.
- STORK equipment, 2005. Descripción de la planta de tratamiento de aguas residuales y manuales de operaciones.
- SIMBIOE/Ecociencia/Ministerio del Ambiente/UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 1. Publicación especial sobre los mamífero del Ecuador 4.Quito.
- Valencia, R.N. Pitman, S. León Yáñez & P.M. Jorgensen (eds.).2000. Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Herbario QAC, Pontifica Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Estudios de Impacto Ambiental – Indicadores Característicos, autor Dr. Lizárraga, México 1981).
- PNUD-Programa de Gestión Urbana PGU-Banco mundial-GTZ Desechos Sólidos, Sector Privado/Rellenos Sanitarios.
- OPS/OMS-CEPIS Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.
- Carlos Landín, Rosa Rodríguez-Manejo de Desechos Sólidos en el Ecuador, Fundación Natura. 1994
- SIISE-INEC Indicador "Servicio de Recolección" Censo 2001
- INEC. Población, Viviendas, Zonas, Sectores, Censo 2001
- MIDUVI. Evaluación Regional de Servicios de Manejo de Residuos Sólidos Municipales. Informe Analítico Ecuador. Subsecretaría de Agua potable, Saneamiento Básico. Departamento de Residuos Sólidos.

- Jaramillo, Jorge. “Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios Manuales”. División de Salud y Medio Ambiente. Programa de Salud Ambiental, Organización Panamericana de la Salud. Serie Técnica 28. Washington D. C., 1991.

ANEXOS

ANEXO N° 1

PROYECTO DE ORDENANZA QUE REGULA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RELLENOS SANITARIOS MANUALES, PARA POBLACIONES ENTRE 15.000 Y 30.000 HABITANTES EN EL ECUADOR

ANTECEDENTES

Es el resultado de investigaciones realizadas en municipalidades como Quito, Cuenca, ciudades grandes de nuestro país.

Este proyecto de Ordenanza debe ser actualizado, modificado y profundizado de acuerdo al desarrollo socioeconómico, social y humano de cada municipio.

Este proyecto de Ordenanza entrará en vigencia al publicarse en el Registro Oficial, se pretende contribuir a que los más de doscientos municipios estén debidamente informados sobre las cuestiones urbanísticas posibles en los diferentes sectores de Planeamiento de cada ciudad. Singular importancia debe darse en los clasificadores del uso y ocupación del suelo, en función de las demandas ciudadanas y de las identificadas por las Direcciones de Control Municipal y de Gestión Ambiental, que son las encargadas de expedir las denominadas licencias urbanísticas.

Es importante esta información ya que es el núcleo del Sistema de Información Territorial que deben disponer las municipalidades, con el fin de establecer zonas “No urbanizables, de uso comunitario, de ocupación destinadas a implantación de rellenos sanitarios entre otros” con la finalidad de proteger a los ciudadanos de todas las amenazas geodinámicas e hidrogeológicas que pueden causar pérdidas en las ciudades.

CAPITULO I

Art. 1.- La presente Ordenanza regula las competencias de las Empresas Municipales del país con poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes, con la participación de los ciudadanos en general, respecto de la gestión integral de los residuos y desechos sólidos en

los cantones, sin perjuicio de las competencias y atribuciones que en materia de aseo y limpieza le confieran la Ley de Régimen Municipal.

Art. 2.- Son competencias de las Empresas Municipales de Aseo del país:

- a) Reglamentar y resolver a través del Directorio, todo lo concerniente a la gestión integral de los desechos sólidos en el cantón.
- b) Prestar los servicios de aseo y limpieza, mediante procedimientos técnicos y normas de gestión que sean los más eficientes para contribuir al saneamiento ambiental en el cantón.
- c) Establecer incentivos en coordinación con otras dependencias de las Municipalidades a fin de fomentar el aseo y la limpieza.
- d) Apoyar e incentivar las acciones que en materia de aseo y limpieza se desarrollen por iniciativa de los ciudadanos y las organizaciones de protección al medio ambiente.
- e) Fomentar todas las acciones encaminadas a la reducción, reutilización y reciclaje de desechos sólidos.
- f) Ejecutar de conformidad con la ley, las ordenanzas y los reglamentos pertinentes, labores de control e inspección a viviendas, locales comerciales, industriales, de servicios y en general todo tipo de inmuebles, para verificar su grado de limpieza en cumplimiento de las normas vigentes y asumir los correctivos pertinentes.
- g) Atender las reclamaciones, denuncias o sugerencias planteadas por los ciudadanos sobre el aseo y la limpieza en el cantón.
- h) Realizar campañas de promoción, prevención y educación a través de diferentes formas y medios respecto del aseo limpieza del cantón, así como publicitar y dar a conocer a la ciudadanía los reglamentos y resoluciones emitidos por el Directorio de las Empresas y la gerencia, a la vez que, cumplir estrictamente los horarios y frecuencias que se establecen para la recolección de la basura.
- i) Sancionar de conformidad con la ley, las ordenanzas y los reglamentos pertinentes a los ciudadanos que con su conducta contravinieren lo dispuesto en la presente ordenanza y demás normas vigentes en materia de gestión integral de los desechos y residuos sólidos.
- j) Cumplir y hacer cumplir, las leyes, decretos, ordenanzas y demás normas vigentes en los diferentes cantones que tengan relación con el aseo, la limpieza y aspectos colaterales que tiene que ver con la higiene y salubridad.

- k) Las demás que le confieren las leyes y las ordenanzas pertinentes.

CAPITULO II

DE LA CONDUCTA GENERAL DE LOS CIUDADANOS

Art. 3.- Es obligación de todos los ciudadanos mantener una conducta ejemplar respecto del manejo de los residuos y desechos sólidos, tomando en consideración las siguientes disposiciones:

- a) Todos los ciudadanos están obligados a contribuir con la limpieza de la ciudad y el cantón y en general con la gestión integral de los residuos y desechos sólidos.
- b) Es obligación de los ciudadanos clasificar los desechos para favorecer las actividades de reducción, recolección, tratamiento, reutilización y reciclaje de los residuos y desechos.
- c) Todos los ciudadanos están en la obligación de denunciar ante la Empresa Municipal de Aseo, las infracciones que en materia de aseo público presencien o tengan conocimiento, y tomar medidas preventivas en su sector para evitar daños al ambiente en general y, al aseo e higiene en particular.
- d) Es responsabilidad de los ciudadanos cuidar, mantener y proteger todo el mobiliario urbano de aseo.

CAPITULO III

DE LA LIMPIEZA DE VIAS Y DEMAS ESPACIOS PUBLICOS

Art. 4.- Todos los ciudadanos deben mantener hábitos de limpieza y aseo, cumpliendo las siguientes disposiciones:

- a. No arrojar o depositar desechos sólidos fuera de los lugares, elementos, recipientes o dispositivos previstos para el efecto.
- b. Almacenar los desechos que se originan en las viviendas, establecimientos comerciales, industriales, de servicio y otros locales, en los lugares y en los recipientes y dispositivos que cumplan con las disposiciones establecidas por la Empresa Municipal de Aseo. Igualmente todos los vehículos públicos y privados deberán poseer recipientes o fundas para que los usuarios puedan depositar los desechos.

- c. Conocer y respetar los horarios, las frecuencias y demás disposiciones para la recolección de los desechos por parte de la Empresa Municipal de Aseo, siendo a su vez obligación de la empresa publicar los mismos y cumplir a cabalidad con los horarios y frecuencias de recolección de la basura.
- d. Es de responsabilidad de los propietarios, arrendatarios o de quienes usen los inmuebles a cualquier título, mantener limpias y libres de vegetación, el espacio correspondiente de las calles y bordillos ubicados al frente de los inmuebles.
- e. Los organizadores de los actos o espectáculos dirigidos al público, son responsables de mantener limpios los espacios que ocupen, así como su área de influencia. Ante la ejecución de estos eventos, los organizadores deberán cancelar en la Empresa Municipal de Aseo los costos que demande la limpieza de los lugares donde se desarrollarán estas actividades o rendir las garantías suficientes para hacerlo por sí mismo.
- f. Los vendedores que ocupen espacios públicos, son responsables de prevenir y mantener limpio el espacio que ocupen, así como su área de influencia, enfundar los desechos y retirar los luego de su actividad.

CAPITULO IV

DE LA LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO DE TERRENOS SIN EDIFICACIÓN

Art. 5.- Los propietarios de terrenos sin edificación ubicada en áreas urbanas consolidadas, tiene las siguientes obligaciones:

- a. Construir el cerramiento de los terrenos para evitar que se conviertan en focos de desaseo.
- b. Mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y salubridad.
- c. En caso de que los propietarios de terrenos sin edificación incumplan con las obligaciones antes mencionadas, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Régimen Municipal, la Empresa Municipal de Aseo en coordinación con otras dependencias municipales procederá a ejecutar los trabajos de limpieza, construir el cerramiento y recuperar los costos de estas intervenciones, con los recargos de ley imputándolos a los propietarios.

CAPITULO V

CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

Art. 6.- Para los efectos de la presente ordenanza los residuos y desechos sólidos se los clasifican en las siguientes categorías:

- a. **COMUNES:** son los que se originan en las viviendas tales como restos de alimentos, restos de productos de consumo doméstico, desechos de barrido, podas de árboles, de plantas y jardines, envases y otros; y, se subdividen en:
RESIDUOS Y DESECHOS BIODEGRADABLES, son aquellos que por su naturaleza se descomponen; y,
RESIDUOS Y DESECHOS NO BIODEGRADABLES, son aquellos que por su naturaleza no se descomponen y pueden ser reciclados.
- b. **ESPECIALES:** Son aquellos que por su cantidad, peso, volumen u otras características requieren de un manejo diferenciado, tales como chatarras, muebles, enseres domésticos, animales muertos, etc.
- c. **PELIGROSOS:** Son aquellos que por sus características físicas – químicas o bacteriológicas representan peligro o riesgo para la salud de las personas o del ambiente. Las características que confieren la peligrosidad a un desecho son: corrosividad, reactividad, toxicidad, inflamabilidad y condiciones infecciosas.
- d. **RESIDUOS Y DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS:** Dentro de esta categoría se incluyen todos los desechos que se generan por las actividades de la construcción tales como: movimiento de tierras, demoliciones, excavaciones, restauraciones y otras, incluyéndose a los restos cerámicos y similares.

Art. 7.- La Empresa Municipal de Aseo mediante Reglamento normará las características técnicas tales como peso específico, humedad, composición y otras que permitan determinar con más precisión la clasificación de los residuos, así como las condiciones que deben reunir para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

CAPITULO VI

DEL ALMACENAMIENTO Y RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS

Art. 8.- El almacenamiento de los residuos y desechos sólidos será normado por la Empresa Municipal de Aseo, pero es de responsabilidad de cada ciudadano o entidad el proveerse de los recipientes cuyas características fije la Empresa Municipal de Aseo.

Art. 9.- Los edificios, los establecimientos comerciales, industriales, de servicios y otros similares que generen cantidades significativas de residuos y desechos sólidos deberán disponer de un lugar apropiado para el almacenamiento de los mismos.

Para el caso de nuevos locales, las Municipalidades, antes de aprobar los planos constructivos de este tipo de establecimientos, verificará que se destine un área suficiente y adecuada para el almacenamiento y recolección de los residuos y desechos sólidos.

Art. 10.- Es obligación de los ciudadanos almacenar diferenciadamente los residuos y desechos sólidos a fin de contribuir a la recolección, aprovechamiento, reciclaje y reutilización de los mismos, de conformidad con lo establecido en la Ley, la presente ordenanza, los reglamentos y resoluciones que para el efecto expida la Empresa Municipal de Aseo, y que serán difundidos lo suficientemente a la ciudadanía, utilizando diferentes formas y medios y en coordinación con instituciones públicas y privadas y relacionadas con el aseo y limpieza de la Ciudad.

Art. 11.- Los locales que generan residuos y desechos de diferentes categorías deberán almacenarlos por separado cumpliendo con las disposiciones que emita la Empresa Municipal de Aseo especialmente sobre los desechos peligrosos.

Art. 12.- Es obligación de todos los ciudadanos disponer los residuos y desechos para que sean recolectados, cumpliendo los horarios y las frecuencias establecidas por la Empresa Municipal de Aseo para cada tipo de residuo.

Art. 13.- Una vez que los residuos y desechos sean expuestos para su recolección, se constituyen en propiedad de la Empresa Municipal de Aseo, para disponerlos de

conformidad con la ley y las ordenanzas pertinentes, por lo tanto, está prohibido que personas no autorizadas procedan a recuperar o seleccionar los residuos y desechos.

CAPITULO VII

SISTEMAS DE TRATAMIENTO Y RECICLAJE

Art. 14.- La Empresa Municipal de Aseo establecerá en diferentes sectores la recolección diferenciada e los residuos y desechos sólidos, de acuerdo a la planificación que fuere más conveniente para los intereses de la comunidad.

Art. 15.- Para que personas naturales o jurídicas puedan realizar actividades de recolección, reciclaje o aprovechamiento de los residuos y desechos, deberán contar con la autorización previa de la Empresa Municipal de Aseo.

Art. 16.- La Empresa Municipal de Aseo autorizará, coordinará, apoyará y supervisará las iniciativas de carácter privado o público, que se emprendan con miras a reciclar o transformar los residuos y desechos sólidos.

CAPITULO VIII

DE LA DISPOSICION FINAL DE LOS RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS

Art. 17.- Es de responsabilidad de La Empresa Municipal de Aseo la disposición final de los residuos y desechos sólidos en el relleno sanitario, labores que se las podría realizar de manera directa o mediante contrato con terceros, concesiones u otras formas legales.

Art. 18.- La Empresa Municipal de Aseo exigirá a los generadores o poseedores de los residuos sólidos que los traten previamente antes de almacenarlos, recolectarlos, transportarlos y depositarlos en el relleno sanitario, a fin de garantizar seguridad de las personas y del ambiente. Igualmente la Empresa Municipal de Aseo podrá presentar estos servicios, previo al pago del valor correspondiente.

Art. 19.- Los generadores o poseedores de residuos y desechos sólidos, particularmente, los clasificados como especiales o peligrosos, serán responsables por los daños que éstos puedan producir a terceras personas o al ambiente.

CAPITULO IX

DEL MANEJO DE RESIDUOS Y DESECHOS DE CONSTRUCCIÓN Y ESCOMBROS

Art. 20.- Los propietarios de las obras tienen la responsabilidad de almacenar los residuos y desechos de construcción y los escombros de la manera que la Empresa Municipal de Aseo lo establezca mediante reglamento, en coordinación con otras dependencias municipales.

Art. 21.- La Empresa Municipal de Aseo establecerá u sistema de transporte de los residuos y desechos de construcción y escombros, en condiciones tales que se evite el desalojo indiscriminado de estos materiales y se prevenga cualquier tipo de contaminación.

Art. 22.- En los casos en que los propietarios o poseedores de desechos y residuos de construcción y escombros no cumplan con las disposiciones de esta ordenanza y los reglamentos pertinentes, la Empresa Municipal de Aseo podrá realizar los trabajos que fueren necesarios, planillado con los recargos de ley a los responsables, sin perjuicio de las sanciones a las que hubiere lugar.

Art. 23.- La Empresa Municipal de Aseo en coordinación con otras dependencias municipales, localizará y operará escombreras para el destino final de desechos y residuos de construcción y escombros, y podrán autorizar que terrenos de propiedad particular se destinen a la recepción de dichos materiales, siempre que éstos cumplan con los requerimientos técnicos y ambientales necesarios.

Art. 24.- La Empresa Municipal de Aseo en coordinación con otras dependencias municipales, llevarán un control y autorizarán a los propietarios de volquetas, para que presten los servicios de transporte de desechos y residuos de construcción y escombros.

Las personas que no cuenten con esta autorización y registro no podrán cumplir con estas labores y, silo hicieren será sancionadas de conformidad con esta ordenanza.

CAPITULO X

DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Art. 25.- La Empresa Municipal de Aseo incentivará y promocionará la organización y participación popular, con la finalidad de que las comunidades se involucren en las tareas de aseo, limpieza, higiene y salubridad de su sector o parroquia; y, designará Inspectores Honorarios a quienes determine democráticamente la organización, otorgándoles el correspondiente carné o credencial y en general proporcionándoles los apoyos y auxilios necesarios para el cumplimiento de sus funciones.

Art. 26.- La Empresa Municipal de Aseo coordinará con las instituciones vinculadas al sistema educativo del cantón con la finalidad de implementar programas y proyectos, para desarrollar conciencia ciudadana respetuosa del ambiente y que valore las condiciones de aseo, limpieza y salubridad, tendiente al establecimiento de una red de líderes juveniles en el ámbito de la salud y la ecología.

Art. 27.- La Empresa Municipal de Aseo solicitará la ayuda y colaboración de los medios de comunicación con la finalidad de llevar adelante campañas móviles y educativas, en orden a orientar a la comunidad a la consecución de sus objetivos de aseo y limpieza del cantón, tendiendo a crear una red de comunicación masiva de emergencia.

Art. 28.- La Empresa Municipal de Aseo coordinará sus planes, programas y proyectos, con instituciones públicas, semipúblicas y privadas con miras a aunar esfuerzos para integrarles a una acción interinstitucional en función de consolidar la gestión integral de los desechos sólidos en el cantón.

Art. 29.- La Empresa Municipal de Aseo incentivará la contraloría social como un medio para mejorar la prestación de los servicios de aseo y limpieza, y, por lo tanto entregará la información que fuere permanente a las organizaciones sociales y comunitarias que lo solicitaran.

Art. 30.- Para lograr un mejor desempeño de los servicios de aseo en las zonas rurales del cantón, la Empresa Municipal de Aseo coordinará con la Juntas parroquiales la ejecución de sus planes y proyectos.

Art. 31.- La Empresa Municipal de Aseo procurará que dentro de los planes de estudio e investigación de los diferentes niveles el sistema educativo se inserten contenidos sobre el aseo, la limpieza, el reciclaje, la reducción, la reutilización de los desechos y residuos sólidos y demás aspectos relativos a esta temática.

CAPITULO XI

DEL REGIMEN DE SANCIONES, PROCEDIMIENTO Y COMPETENCIAS

Art. 32.- La afectación al servicio público y la primacía de los intereses generales sobre los particulares, así como el derecho a la salud y a un medio ambiente sano, imponen la obligación de la intervención preventiva por parte de la Empresa Municipal de Aseo para la tutela de los derechos generales. Las sanciones administrativas impuestas por la Empresa Municipal de Aseo son independientes de las obligaciones de reparación y reposición, arreglo y cumplimiento de todas las acciones necesarias para restituir y restablecer la higiene y aseo público.

Art. 33.- Todas las acciones que deban llevar adelante los ciudadanos y que se encuentran descritas en esta Ordenanza, constituyen por su incumplimiento, infracciones administrativas por afectación al aseo público que serán sancionadas por la Empresa Municipal de Aseo a través del gerente o los funcionarios designados en el reglamento pertinente para esta función.

Art. 34.- Sin perjuicio de la intervención de la Empresa Municipal de Aseo para prevenir, impedir y remediar los daños por la afectación al aseo, la salud y al ambiente, para imponer las sanciones, la Empresa Municipal de Aseo a través de sus funcionarios, en garantía de los principios del debido proceso y el legítimo derecho a la defensa, procederá del siguiente modo:

a.- Conocida la infracción, por denuncia o de conformidad con lo establecido en el artículo (x), la Empresa Municipal de Aseo notificará al infractor con una sola boleta dejada en su domicilio o en persona. Se presume infractor a la persona propietaria, arrendataria o la que ocupa el bien inmueble o al propietario o conductor del vehículo que cause infracción.

b.- La boleta de notificación contendrá la determinación de la presunta infracción que se ha cometido, señalando día y hora para que el infractor concurra, responda por la infracción y ejerza su derecho a la defensa.

c.- Cumplida la audiencia en la que el presunto infractor deberá presentar las pruebas de descargo, se dictará la resolución correspondiente que causará ejecutoria.

Art. 35.- En el caso de propietarios o conductores de vehículos que sean reincidentes en el abandono de escombros o desechos en sitios no autorizados, la Empresa Municipal de Aseo informará a la Unidad de Transito la cancelación de los permisos de operación de dichos vehículos.

Art. 36.- Se concede acción popular para la presentación de las denuncias por las infracciones a la presente Ordenanza. Constituye prueba plena la información que proporcionen los funcionarios de la Empresa Municipal de Aseo, los delegados ciudadanos, inspectores honorarios.

ANEXO 2

BOTADERO DE BASURA CONVENCIONAL

En la actualidad la mayoría de los municipios del país abandonan sus basuras en botaderos a cielo abierto; es considerado como una práctica irresponsable para las generaciones presentes y futuras.





PLANOS CONSTRUCTIVOS

FIGURA 1



FIGURA 2

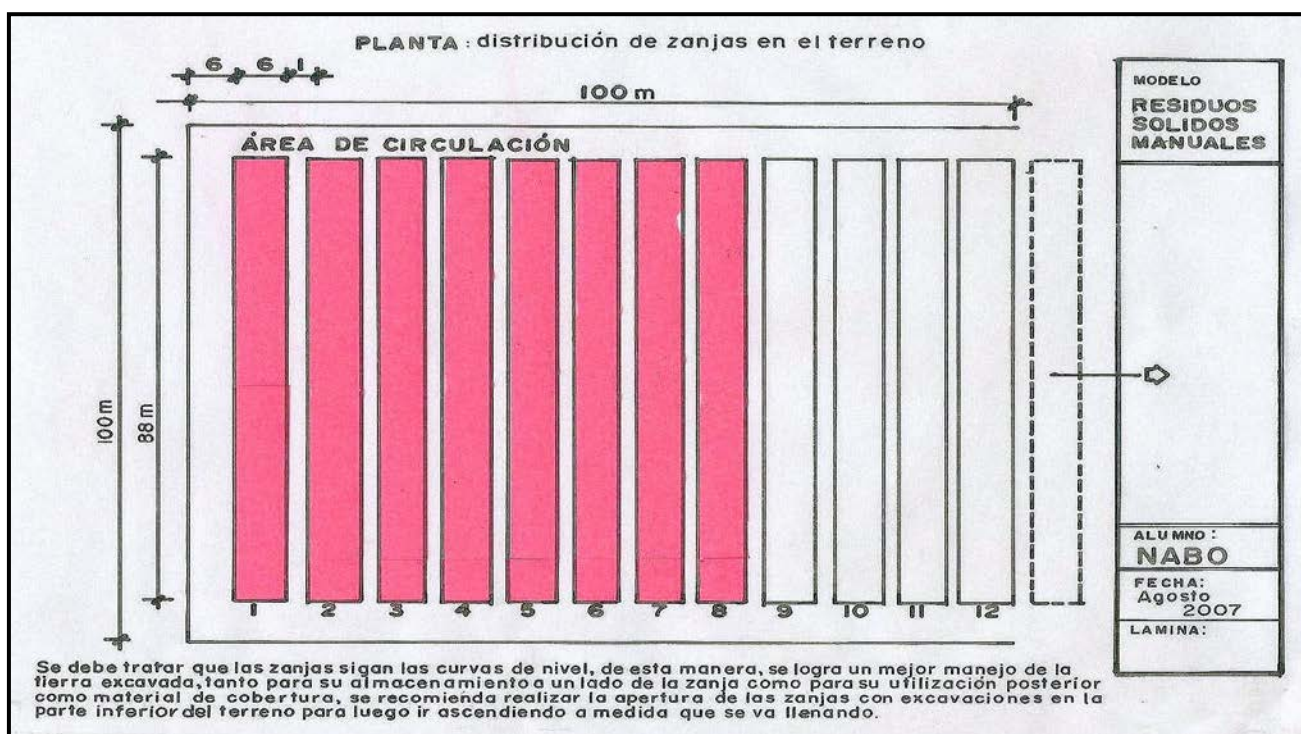


FIGURA 3

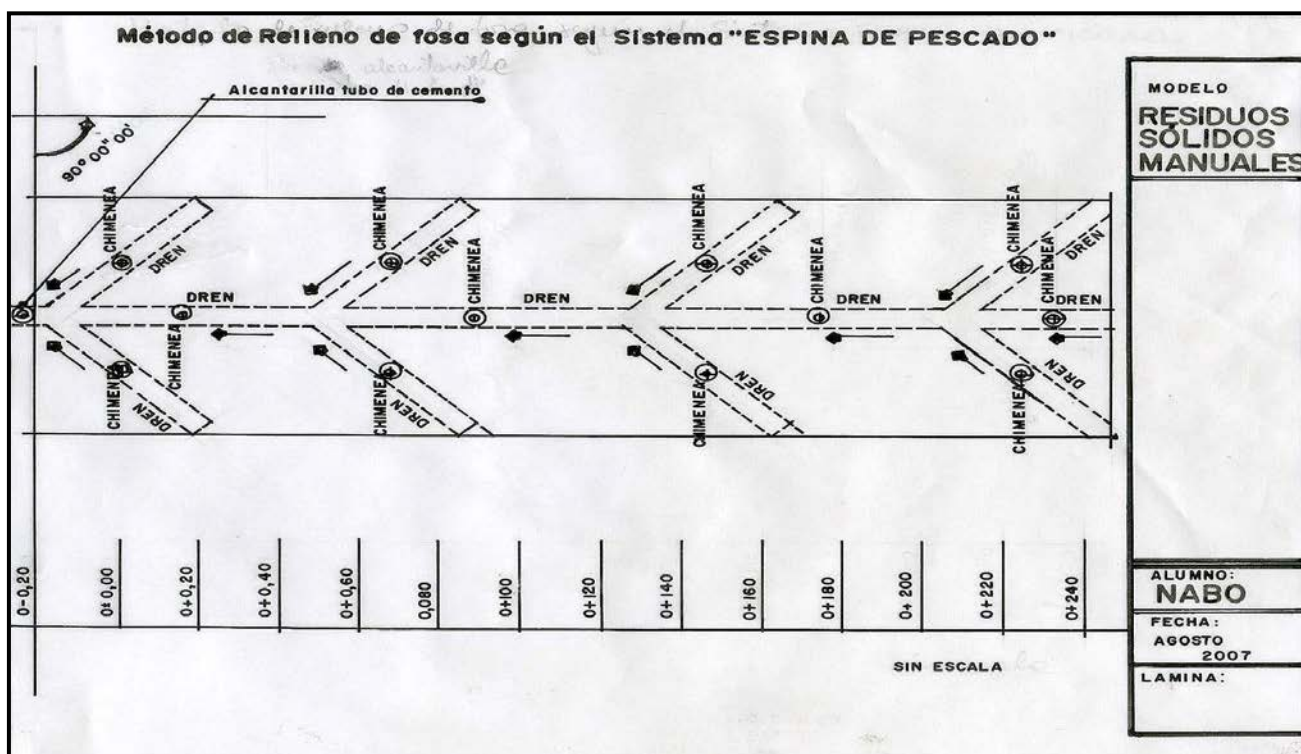


FIGURA 4

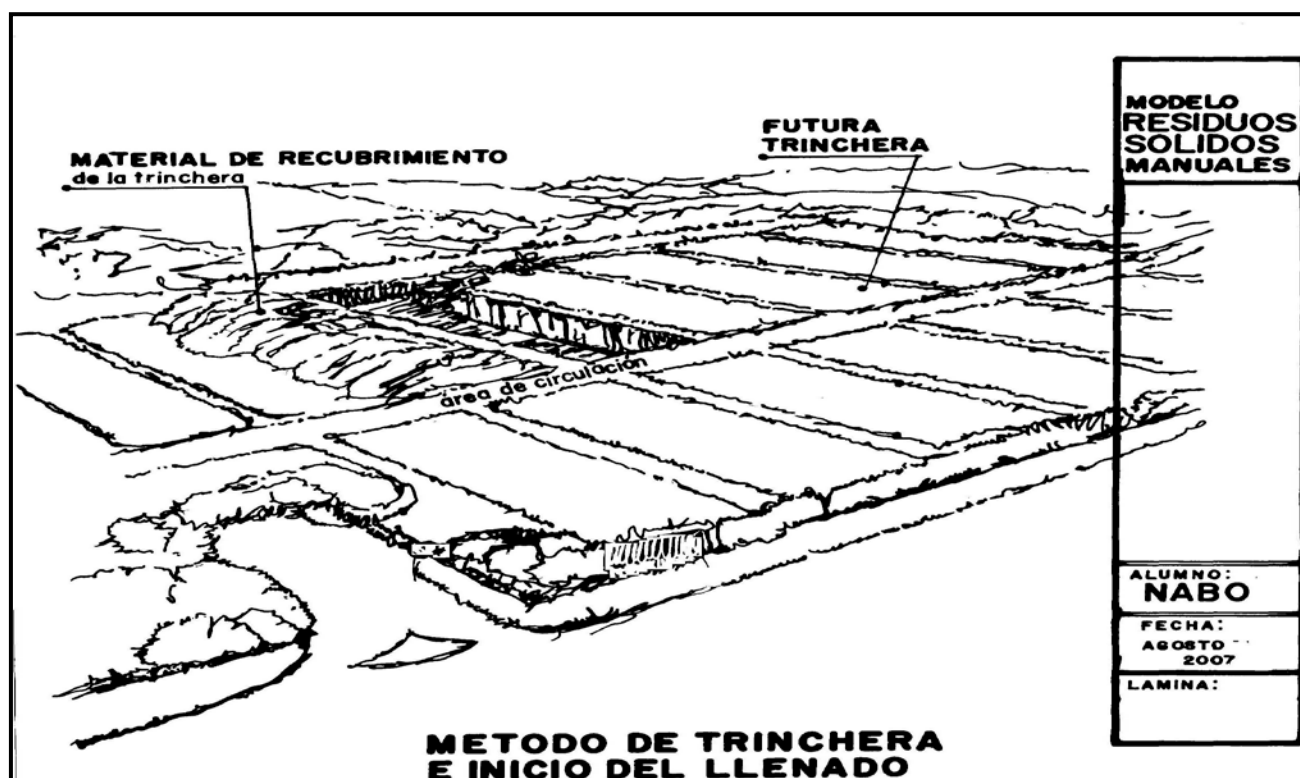


FIGURA 5

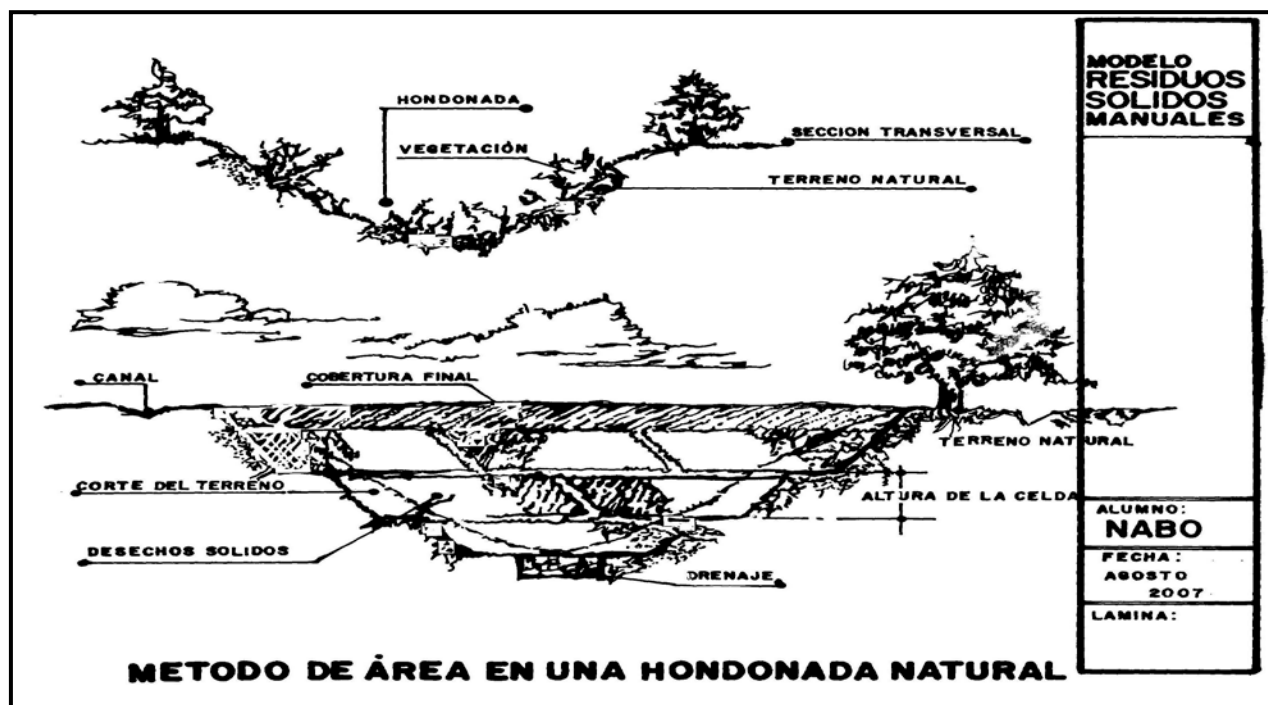


FIGURA 6

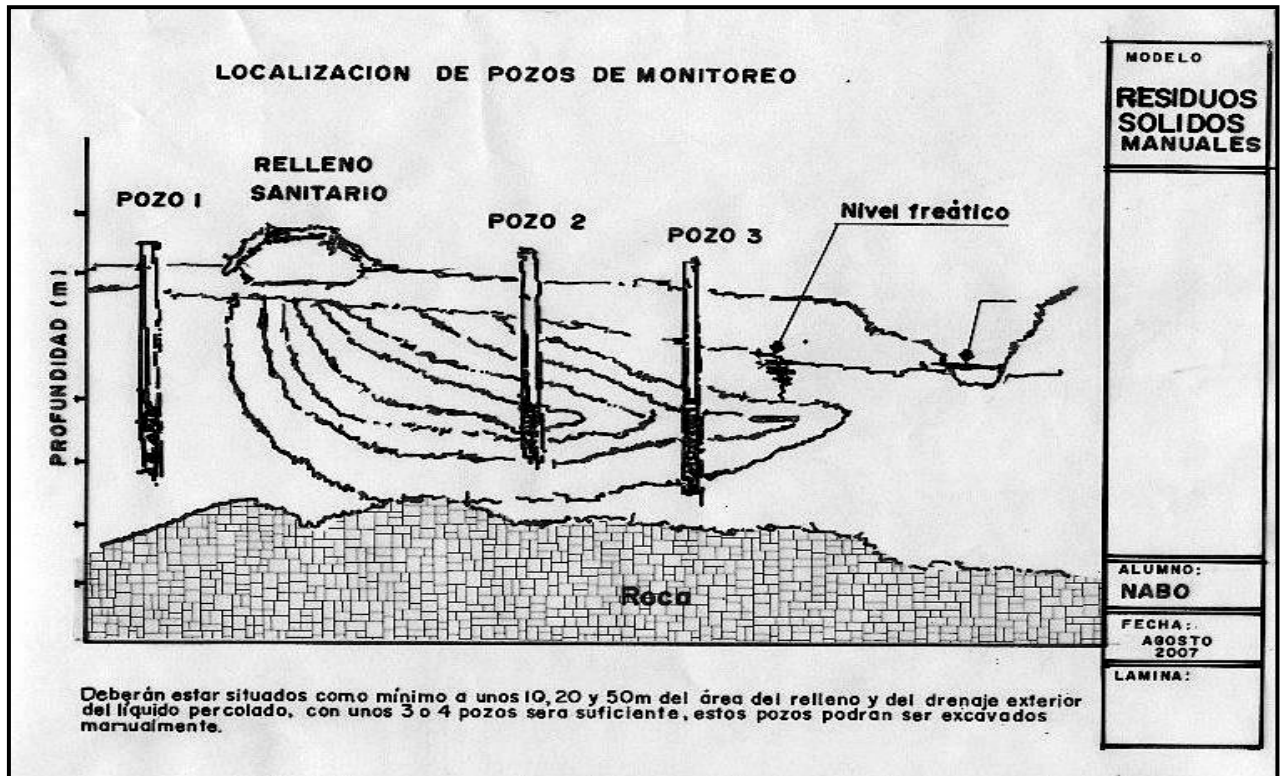


FIGURA 7

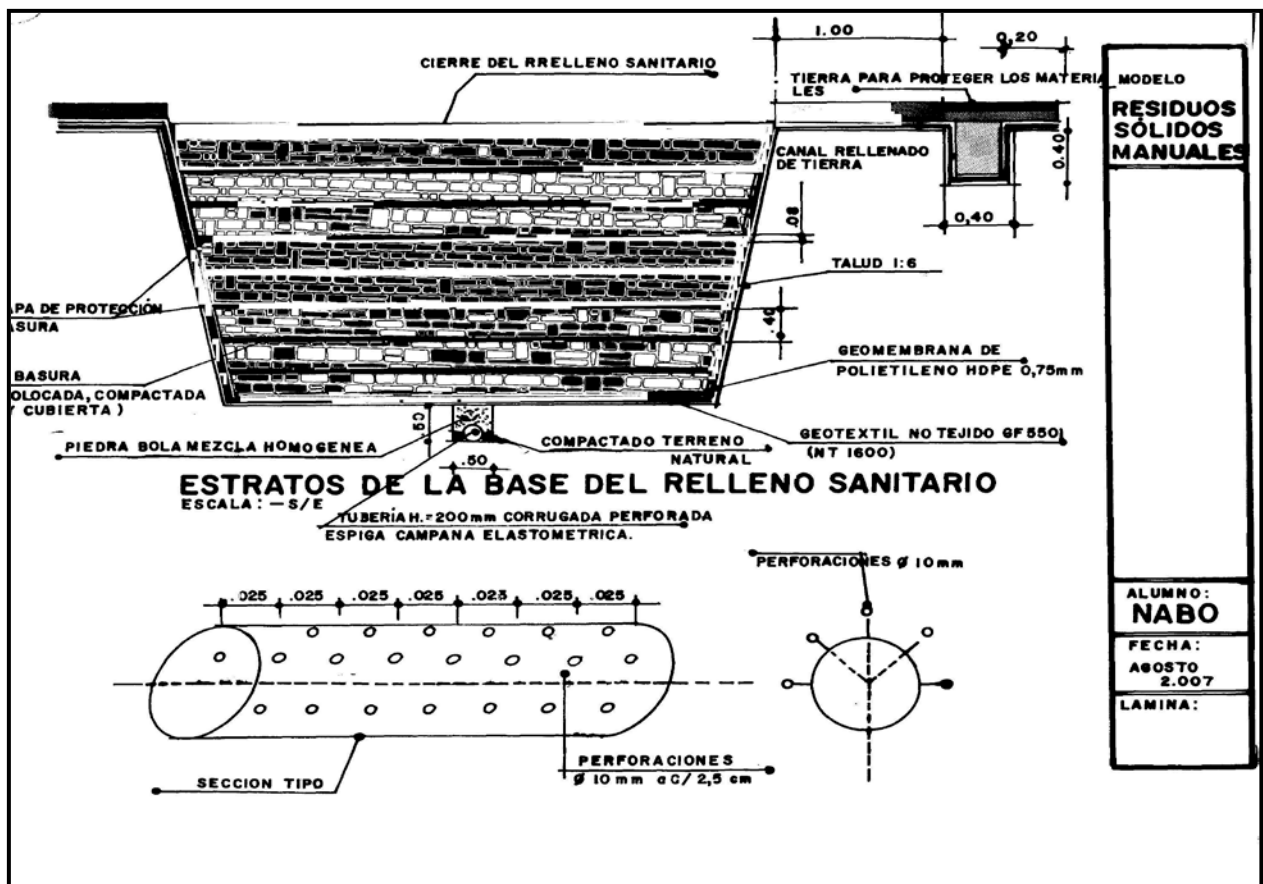
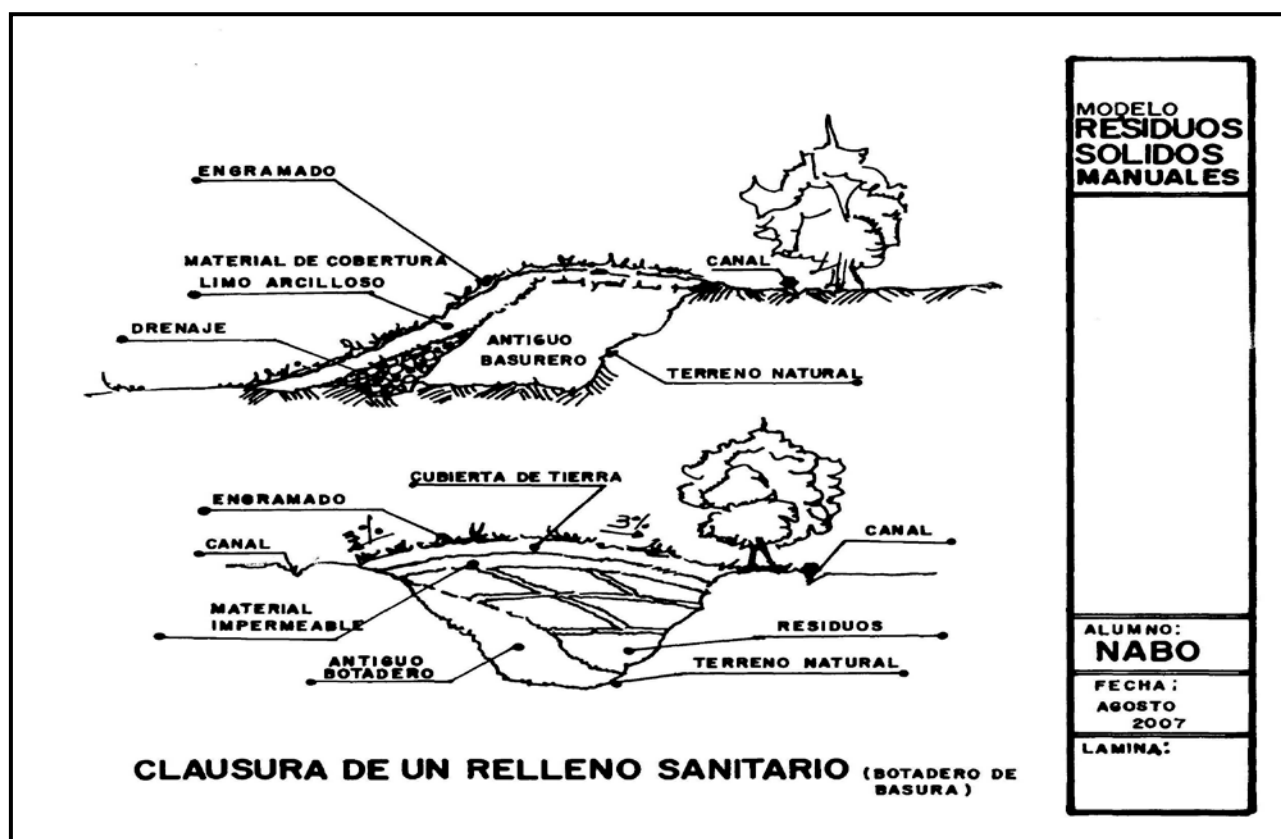


FIGURA 10



ANEXO 3

ALTERNATIVAS PARA LOCALIZACIÓN DE UN RELLENO SANITARIO (MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS)

Nota: Cabe mencionar que esta matriz es un indicador de cómo llegar a determinar la localización preliminar de un relleno sanitario, esta directamente vinculado con el Estudio de Impacto Ambiental.

UBICACIÓN: En la parroquia.....a x Km del centro poblado

CENTROS POBLADOS: Se encuentra a x Km de la ciudad

ÁREA APROXIMADA: X Has.

ACCESO VIAL: El acceso es por..... Vía asfaltada.....lastrada.... empedrada...

VIDA UTIL APROXIMADA: (X) 20 años

OBSERVACIONES:

- Existe una quebrada.....
- El terreno es de formación...arcillosa...con cultivos agrícolas...
- La flora y la fauna es escasa
- El sitio es de propiedad de x familias

- e) Existe material de cobertura suficiente para la operación del RS.
- f) La topografía presenta pendientes moderadas que facilitan la operación del relleno es factible la captación del relleno

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN (AMBITOS Y FACTORES DE DECISIÓN)

La ponderación debe efectuarse bajo las siguientes consideraciones:

- **La parte ambiental y técnica** debe asignarse un mayor peso, ya que debe manejarse adecuadamente estos aspectos para precautelar la salud y el bienestar de la comunidad.
- **El ámbito social**, si bien tiene un puntaje menor, se lo debe priorizar sobre el económico por la importancia de precautelar la habitabilidad de las familias aledañas al sitio del relleno sanitario.

FACTORES AMBIENTALES DE DECISIÓN:

- **Existencia de recursos hídricos**, aguas superficiales/aguas profundas, se asignará un mayor puntaje a aquellos lugares que no disponen en su interior de vertientes o quebradas.
- **Afectaciones a la flora y fauna**, se dará mayor puntaje a los sitios en los cuales se afecte menos a la flora y fauna silvestre.
- **Distancia al área urbana más cercana**, aquellos lugares que se encuentren más distantes de las áreas urbanas, recibirán un puntaje mayor.
- **Visibilidad del sitio**, el sitio que sea menos visible desde la principal vía de acceso al sector recibirá un puntaje mayor.
- **Valor Cultural y/o Arqueológico**, en los sitios en donde se haya detectado u observado restos, vestigios o ruinas arqueológicas o que no posean valor cultural, se asignará un mayor puntaje
- **Número de viviendas emplazadas en el sitio**, los sitios en cuyo interior se encuentren emplazadas el menor número de edificaciones destinadas a vivienda, tendrán un mayor puntaje

FACTORES TÉCNICOS DE DECISION

- **Disponibilidad de material de cobertura**, se dará mayor puntaje a los sitios que tienen en su interior, cantidad suficiente de material de cobertura, de características adecuadas para el relleno sanitario
- **Morfología del sitio** (pendientes) el mayor puntaje se asignará a los sitios cuya topografía predominante sea adecuada para la operación de un relleno sanitario, esto es pendientes suaves menores al 20%.

FACTORES PARA CAPTAR LIXIVIADOS.-Se dará mayor puntaje a los sitios que por sus características físicas y topográficas faciliten la captación de lixiviados

- **Capacidad del Sitio** (vida útil) se asignará el mayor puntaje a los sitios que tengan mayor capacidad de recepción de los desechos sólidos, es decir que tengan una mayor vida útil
- **Geología e Impermeabilización del suelo de soporte**, los sitios en los cuales se haya observado que no existan fallas geológicas o posibilidad de deslizamientos y en los cuales el suelo de soporte esté constituido por material impermeable, tendrá mayor puntaje
- **Vías de acceso al sitio**, se asignará un mayor puntaje a los sitios que actualmente posean vías de acceso en buen estado.

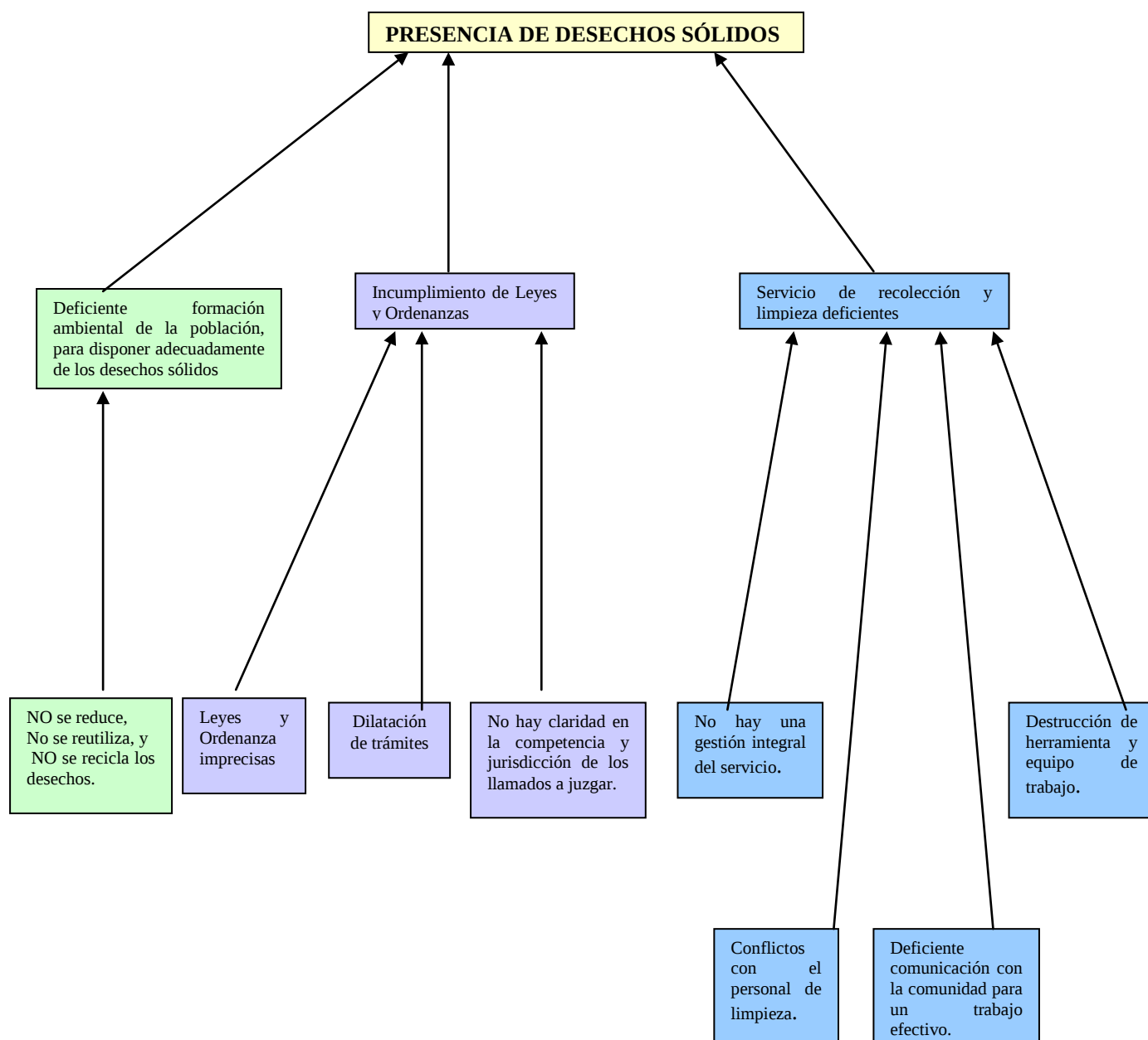
FACTORES ECONÓMICOS DE DECISIÓN

- **Costos de utilización del terreno.**- los terrenos de menor precio recibirán un mayor puntaje
- **Costos de construcción.**- aquellos sitios que requieren de menores inversiones para la construcción de las obras necesarias para el relleno sanitario tendrán un mayor puntaje
- **Costo de transporte.**- los sitios que se encuentran a menor distancia de los centros urbanos para el transporte de la basura, recibirán mayor puntaje.

ANEXO 4

ÁRBOL DE PROBLEMAS

DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL



ANEXO 5

FOTOGRAFÍAS ILUSTRATIVAS

Estas fotografías pertenecen a rellenos sanitarios en proceso de construcción y operación, en ciudades del Ecuador como: Cuenca (Pichancay), Quito (Zambiza), Ibarra, Santo Domingo de los Colorados, (kilómetro 14.5 vía Sto. Domingo - Esmeraldas)



1.- SISTEMA DE BARRIDO

1.1.- BARRIDO MANUAL:

COBERTURA: 95 % área urbana y rural

MODALIDAD: Mediante administración directa.

2.- SISTEMA DE RECOLECCIÓN

2.1.- PARAMETROS BASICOS

Producción Per cápita (Ppc): 0.43 Kg/hab/día

CANTIDAD RECOLECTADA: 12.90 Ton/día

<i>CANTIDAD RECOLECTADA =</i>	<i>POBLACIÓN X PPC</i>
<i>Cantidad Recolectada =</i>	<i>30.000 hab X 0.43 kg/hab/día = 12.90 Ton /día</i>

2.2.- RECOLECCIÓN DE DESECHOS

FRECUENCIA INTERDIARIA en toda la ciudad: martes, jueves, y sábado;

Horario diurno: Los días miércoles y viernes:

Recolección de desechos generados en mercados;

Horario nocturno: Los días miércoles y viernes recolección de desechos biopeligrosos;

3.- DISPOSICIÓN FINAL AL RELLENO SANITARIO - PROCESO OPERATIVO

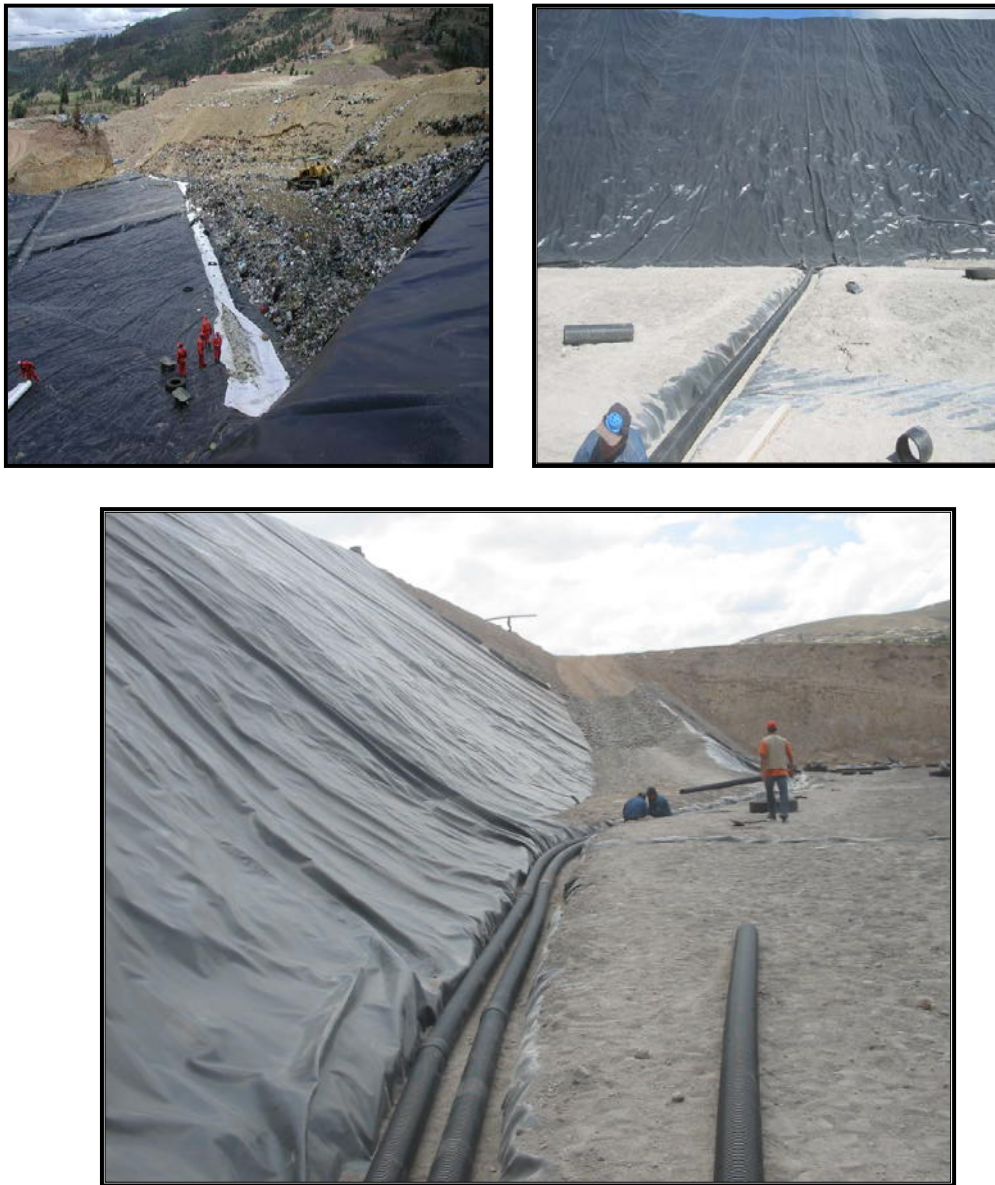
3.1.- CONFORMACIÓN E IMPERMEABILIZACIÓN DEL SUELO DE FONDO.

Se coloca una capa de arcilla y geomembrana de polietileno de alta densidad para evitar que los lixiviados se filtren y contaminen las aguas subterráneas o las aguas Superficiales.



3.2.- CONSTRUCCIÓN DE DRENES DE LIXIVIADOS

Estos drenes permiten la captación y la conducción de los lixiviados hacia los tanques de almacenamiento. Se construyen con piedra y geotextil para evitar su taponamiento.



3.3.- CONSTRUCCIÓN DE DUCTOS DE GASES

Estos elementos permiten la captación del BIOGAS para su posterior incineración evitando sobre presiones internas y la contaminación de la atmósfera por metano.



4.- INGRESO Y SALIDA DE VEHÍCULOS

Todos los vehículos que ingresan o salen de relleno son pesados en la báscula para registrar el peso específico de basura que se deposita en el relleno sanitario.



5.- DISPOSICIÓN FINAL DE DESECHOS SÓLIDOS

Diariamente la basura es compactada y cubierta con una capa de tierra para evitar olores y la presencia de roedores.





6.- MANEJO DE LOS LIXIVIADOS

Almacenamiento en tanques herméticos de ferro cemento y en los tanques de tormenta.



PLAN DE EMERGENCIA



INSTALACIONES ADMINISTRATIVAS





AREAS VERDES



ANEXO 6

LA MEMORIA DE CÁLCULO de volúmenes y las fórmulas respectivas se tomo del método indicado en el libro “Guía para el diseño, y construcción y operación de rellenos sanitarios. Autor: Jorge Jaramillo. Universidad de Antioquia, Colombia OPS/CEPIS/PUB/02./03 (febrero/2.003)

$$P_f = P_o (1+r)^n \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

P_f = Población futura
 P_o = Población actual
 r = Tasa de crecimiento de la población
 n = (t_{final} - t_{inicial}) intervalo en años
 t = variable tiempo (en años)

Generación de Residuos Sólidos para las poblaciones propuestas

Depende de la generación y composición de los desechos que serán manejados en las pequeñas comunidades. El cálculo de producción de la basura, es predominante el sector residencial, siendo las demás actividades tan incipientes, salvo los provenientes de los mercados y de los visitantes, cuando existen atractivos turísticos.

Para estos casos se utiliza métodos indirectos, como el que se presenta a continuación:

$$P_{pc} = (DS_r \text{ en una semana} / P_{ob} \times 6 \times C_{ob}) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

P_{pc} = Producción por habitante por día (Kg/hab/día)
 DS_r = Cantidad de Residuos Sólidos recolectados en una semana (Kg /sem)⁶
 P_{ob} = Población total (hab)
 6 = Días de la semana

$Cob = \text{Cobertura de servicio de aseo (\%)}$

La cobertura del servicio es el resultado de dividir la población atendida por la población total:

Cobertura del servicio (%) = Población atendida (hab) / Población total (hab)

Hay que señalar que también es posible relacionar la cantidad de Residuos Sólidos generados con las viviendas, o sea, Kg/Viv/día, dado que la basura es entregada por vivienda.

Esto, además, tiene la ventaja de facilitar el conteo de las casas.

Con base en los muestreos de Residuos Sólidos, realizados en algunas ciudades del país, se ha encontrado que la Ppc presenta rangos de entre 0.3 y 0.8 Kg/hab/día, que de acuerdo al promedio se tomo 0.43; tales valores son representativos para la mayoría de poblaciones en el Ecuador de hasta 30.000 habitantes.

PRODUCCIÓN TOTAL

El conocimiento de la producción total de los Residuos Sólidos permite tomar decisiones sobre el equipo de recolección más adecuado, la cantidad de personal, las rutas, la frecuencia de recolección, la necesidad de área para el tratamiento y la disposición final. La producción de Residuos Sólidos está dada por la relación:

$$DS_4 = Pob \times Ppc \quad \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

DS_4 = Cantidad de Residuos Sólidos producidos por día (Kg/día)

Pob = Población total (habitantes)

Ppc = Producción per cápita (Kg/hab/día)

PROYECCIÓN DE LA PRODUCCIÓN TOTAL

La producción anual de Residuos Sólidos debe ser estimada con base en las proyecciones de la población y la producción per cápita.

Es decir, se puede calcular la proyección de la población mediante métodos matemáticos, pero en lo que se refiere al crecimiento de la Ppc difícilmente se encuentran cifras que den idea de cómo puede variar anualmente. No obstante, para obviar este punto y sabiendo que con el desarrollo y el crecimiento de la población los índices de producción aumentan, se recomienda calcular la producción per cápita total para cada año, con un incremento de entre 0.5 y 1% anual.

Los parámetros más importantes que debemos conocer para el manejo adecuado de los residuos sólidos que se producen en una población son la producción y sus características específicas (origen, composición física y densidad)

Origen o procedencia.- los Residuos Sólidos en pequeñas poblaciones se pueden clasificar según su procedencia: residencial, comercial, industrial, barrido de vías y áreas públicas, mercados e instituciones.

Sector residencial.- la basura residencial esta compuesto principalmente por papel, cartón, latas, plásticos, vidrios, trapos y materia orgánica.

Sector comercial.- con algunas excepciones (poblaciones en zonas de frontera y sitios turísticos), el comercio no representa altos índices de producción de Residuos Sólidos, dado que en estas localidades no está muy desarrollado y la actividad comercial suele combinarse con la vivienda.

La composición de los desechos de la actividad comercial en estas comunidades es similar a la del tipo residencial, si bien predominan los materiales de empaque (papel, cartón, vidrio, plástico, textil, y madera)¹⁶

¹⁶ Para efectos de cálculo se recomienda tomar como mínimo la producción y recolección de una semana, ya que esta varía de acuerdo con las distintas actividades de la población. En lo posible, la cantidad de basura se determinará pesando todos los camiones durante una semana o estimando su volumen.

Sector industrial.- la actividad industrial suele ser baja y de tipo artesanal, sus desechos sólidos no presentan características especiales, salvo casos excepcionales, no es significativa para el análisis de estas pequeñas poblaciones.

Plazas y mercados.- es allí donde se concentran los expendios de carne, pescado, vegetales, frutas abarrotes y otros, lo que indica que gran parte de los residuos es de materia orgánica, y solo una pequeña parte es de material de empaque.

BARRIDO DE VÍAS Y ÁREAS PÚBLICAS

El barrido de vías y limpieza de áreas públicas como los parques, alrededores de la plaza de mercado, de ferias, contribuyen a la producción de desechos. Estos están compuestos básicamente de hojas, hierba, cáscaras de frutas, papeles, latas, vidrios, maderas, y un alto contenido de tierra.

Sector institucional.- para establecimientos especiales como escuelas y colegios, se puede considerar, que la generación de desechos sólidos no es muy significativa con respecto al resto, su composición es similar al anterior.

Los Centros de Salud en estas poblaciones se los clasifica de primer nivel de atención, con poca especialización y con un mínimo número de camas, de ahí que no incidan significativamente en la generación total de los residuos sólidos. Sin embargo por el tipo de desechos que producen por sus actividades específicas y que son potencialmente infecciosos: materiales punzo cortantes y de curación, vísceras provenientes del quirófano, etc. para los cuales se requiere un manejo, tratamiento y una disposición final especiales. En los Centros de Salud, estos residuos deben ser separados y presentados en bolsas cerradas de polietileno de color rojo, se debe evitar el derrame de su contenido y su contacto con el personal de recolección; su personal de recolección debe estar provisto de guantes y ropa adecuada. Su tratamiento y disposición final pueden realizarse mediante la incineración o el enterramiento en una fosa especial que esté dentro del establecimiento. De no darse esta posibilidad, la municipalidad deberá recoger estos desechos, tomando las debidas medidas de protección y, su disposición final podrá hacerlo en el relleno sanitario manual, de preferencia colocándolos apenas lleguen en una celda especial, para de inmediato cubrirlos con tierra.

COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y DENSIDAD

Los residuos sólidos de ciudades pequeñas no presentan diferencias significativas en su composición física que ameriten gastos en estudios especiales, de tal manera que podrían ser asimilados como desechos domésticos.

La composición física de estos residuos sólidos, está caracterizada por su alto porcentaje de materia orgánica (entre 50 y 70% del total de residuos), lo que se traduce en un mayor contenido de humedad con valores que fluctúan entre 35 y 55%; el resto es papel, cartón, vidrio, metales, plásticos y material inerte entre otros.

La composición física de estos residuos sólidos en estas poblaciones, tiene importancia para evaluar la posibilidad de establecer programas de reciclaje, dado que la composición química no reviste mayor problema, con lo que se logrará minimizar la generación de lixiviado.

La densidad o el peso volumétrico de los residuos sólidos es otro parámetro importante para el diseño del sistema de disposición final de los residuos.

De estudios realizados en municipios como el de Cuenca se tienen valores de entre 200 y 300 Kg /m³ para la basura suelta, es decir en el recipiente; tales valores son mayores que los que presentan los países industrializados.

Para calcular las dimensiones de la celda diaria y el volumen del relleno, se puede estimar las siguientes densidades:

CUADRO N° 17
DENSIDAD DE DISEÑO DE LA CELDA DIARIA Y DEL RELLENO SANITARIO
MANUAL

DISEÑO	DENSIDAD KG/ M ³
. Celda diaria (basura recién compactada manualmente)	400 – 500
. Volumen de relleno (basura estabilizada en el relleno manual)	500 - 600

Estas densidades se alcanzan con la compactación homogénea y, a medida que se estabiliza el relleno, con todo lo que inciden la estabilidad y vida útil del sitio.

El aumento de la densidad del RS manual se logra especialmente mediante:

- El apisonado manual, con el uso diario del rodillo o los pisones de mano.
- El tránsito del vehículo recolector por encima de las celdas ya conformadas.
- La separación y recuperación de papel, cartón, plástico, vidrio, chatarra, madera y otros materiales voluminosos.

Otros mecanismos que aumentan la densidad de los desechos sólidos son:

- El proceso de descomposición de la materia orgánica y
- El peso propio de las celdas superiores que producen mayor carga y, obviamente disminuyen su volumen.

CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

Las características específicas del suelo son algunos de los factores más importantes que hay que tener en cuenta al seleccionar el sitio. El estudio del suelo nos permite evaluar la estabilidad del terreno y la localización y calidad del material de cobertura.

Para el caso de ciudades pequeñas, se debe recurrir a los servicios de un geólogo o de otro profesional con conocimientos del tema. Se hará una descripción de los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el análisis y la evaluación del terreno como:

TIPO DE SUELO.- un relleno sanitario debe estar localizado de preferencia sobre un terreno cuya base sean: suelos areno - arcillosos, también son adecuados los limo – arcillosos y los arcillo - limosos. Es mejor evitar los terrenos areno – limosos, porque son muy permeables.

PERMEABILIDAD DEL SUELO.-es la mayor o menor facilidad con que la percolación del agua ocurre a través de un suelo. El coeficiente de permeabilidad (K) es un indicador de la mayor o menor dificultad con que un suelo resiste a la percolación del agua a través de sus poros. En otras palabras, es la velocidad con la que el agua atraviesa los diferentes tipos de suelo.

El coeficiente de permeabilidad K de los suelos puede ser determinado en el campo, si es que se desea saber con certeza si ahí se puede construir un relleno sanitario. En el siguiente cuadro se aprecia el tipo de suelo y su relación con el coeficiente de permeabilidad.

CUADRO N° 18
***COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD (K) (cm /s)¹⁷**
 (Escala logarítmica)

K(CM/S)	10 ²	10 ¹	10	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	B	B	B	B	B	B	M	M	Pi	Pi	Pi	Pi
Relleno Sanitario	P	P	P	P	P	P	P	P	P	B	B	B
Tipo de suelo	Grava gruesa (cascajo)	Arena* limpia, arena mezclada con grava	*	*	*	**	**	**	***	***	***	***
						****	****	****	****	****		

RELACIÓN ENTRE EL TIPO DE SUELO, EL COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD Y SU ACEPTACIÓN PARA DRENAJE Y RELLENO SANITARIO

B= bueno

M= malo

Pi= Prácticamente impermeable

P = Pésimo

* = arena limpia, arena mezclada con grava.

** = arena muy fina, suelos orgánicos e inorgánicos, mezcla de limo – arenoso y arcilla.

*** = Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización.

¹⁷ Esta información fue tomada de Página 106 de la Guía de Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales, OPS/CEPIS/POB/02.93- Jorge Jaramillo – Universidad de Antioquia de Colombia

****= Suelo impermeable; por ejemplo: arcilla homogénea debajo de la zona de impermeabilización.

PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO.- tiene que ver con la altura de la tabla de aguas o la altura dominante del nivel freático. Se deben preferir los terrenos bien drenados y con la tabla de aguas a más de un metro de profundidad durante todo el año.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.- la precipitación pluvial, la evaporación, la temperatura y la dirección del viento son los principales datos climatológicos que se deben recopilar para establecer las especificaciones de diseño de la infraestructura del relleno sanitario y tener un mejor conocimiento de las condiciones a las que estará sometida la obra en general.

CALCULO DEL VOLÚMEN NECESARIO, para el relleno sanitario

Los requerimientos de espacio del relleno sanitario están en función de:

- La producción total de los residuos sólidos.
- La cobertura de recolección
- La densidad de los residuos sólidos estabilizados en el relleno sanitario manual.
- La cantidad del material de cobertura (20%-25%) del volumen compactado de residuos sólidos.

VOLUMEN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Con los dos primeros parámetros se tiene el volumen diario y anual de Residuos Sólidos Compactados y Estabilizados que se requiere disponer (cuadro de permeabilidad Pág. 54 columnas 6.8 y 10) respectivamente), es decir:

$$V_{\text{diario}} = DC_p / D_{\text{rsm}} \quad \text{(Ecuación 4)}$$

$$V_{\text{anuario compactado}} = V_{\text{diario}} \times 365 \quad \text{(Ecuación 5)}$$

Donde:

- V_{diario} = Volumen de Residuos Sólidos por disponer en un día ($\text{m}^3/\text{día}$)
 V_{anuario} = Volumen de Residuos Sólidos en un año ($\text{m}^3/\text{día}$)
 DS_p = Cantidad de Residuos Sólidos producidos ($\text{Kg}/\text{día}$)
 365 = Equivalente a un año (días)
 D_{rsm} = Densidad de los Residuos Sólidos recién compactados
 (400-500 Kg/m^3) y del relleno estabilizado (500-600 Kg/m^3)

VOLUMEN DE MATERIAL DE COBERTURA

$$m. c. = V_{\text{anual compactado}} \times (0.20 \text{ ó } 0.25) \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde:

m. c. = material de cobertura equivale al 20 a 25% del volumen de los desechos recién compactados

VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO

Con los resultados obtenidos de las ecuaciones (5y6) se puede calcular el volumen del relleno sanitario para el primer año, así:

$$V_{\text{RS}} = V_{\text{anual estabilizado}} + m.c. \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

- V_{RS} = Volumen del relleno sanitario ($\text{m}^3 / \text{año}$)
 m. c. = material de cobertura (20 a 25%) del volumen recién compactado de residuos sólidos

Los datos obtenidos se vacían en el cuadro (k Pág. 47 columna 11). Para conocer el volumen total ocupado durante la vida útil, se tiene la siguiente fórmula:

Los datos obtenidos se vacían en el cuadro *Pág. 47, columna 11. Para conocer el volumen total ocupado durante la vida útil, se tiene la siguiente fórmula:

(Ecuación 8)

$$V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{RS}$$

Donde:

V_{RSvu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m^3)
 n = Número de años

Que serían los datos que aparecen en el (cuadro 17 columna 12); es decir, los valores acumulados anualmente

CALCULO DEL ÁREA REQUERIDA

Con el volumen se puede estimar el área requerida para la construcción del relleno sanitario, con la profundidad o altura que tendría el relleno. Esta solo se conocerá si se tiene una idea general de la topografía.

El relleno sanitario manual debe proyectarse para un mínimo de cinco años y un máximo de veinte y cinco. Este tiempo se llama VIDA ÚTIL o PERÍODO DE DISEÑO.

El área requerida para la construcción de un relleno sanitario manual depende principalmente de factores como:

- Cantidad de Residuos Sólidos que se deberá disponer
- Cantidad de material de cobertura
- Densidad de compactación de los Residuos Sólidos
- Profundidad o altura del relleno sanitario
- Áreas adicionales para obras complementarias

A partir de la ecuación (7) podremos estimar las necesidades de área así (cuadro k, columna 13):

(Ecuación 9)

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h_{RS}}$$

Donde:

V_{RS} = volumen de relleno sanitario (m^3 /año)

A_{RS} = área por rellenar sucesivamente (m)

h_{RS} = área o profundidad media del relleno sanitario (m)

y el área total requerida (cuadro k, columna 14) será:

$$A_T = F \times A_{RS}$$

(Ecuación 10)

Donde:

A_T = Área total requerida (m^2)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este es entre 20-40% del área que se deberá rellenar.

6.1 EJEMPLO PARA DISEÑAR UN RELLENO SANITARIO MANUAL

EJEMPLO DE CÁLCULO

1. CÁLCULO DE LA GENERACIÓN DIARIA DE BASURA

Calcular la cantidad diaria de residuos sólidos que generan los 30.000 habitantes de una ciudad cuya generación por habitante se estimó en 0.43 Kg/hab/día

Donde:

DS_d = Cantidad de RS producidos por día (Kg /día)

Pob = Población total (habitantes)

Ppc = producción per cápita (Kg /hab/día)

$$DS_d = P_{ob} \times P_{pc}$$

(Ecuación 3)

$$DS_d = (30.000 \times 0.43) = 12.900 \text{ Kg/día}/1000 = 12.9 \text{ t/día}$$

Si el relleno operará seis días a la semana, ¿cuánta basura será necesario procesar cada día hábil?

$$DS_d \text{ hábil} = (7 \times 12.9) / 6 = 15.05 \text{ t/día}$$

2. CÁLCULO DE VOLUMEN NECESARIO DEL RELLENO

La administración municipal de una ciudad tiene entre sus proyectos construir un relleno sanitario como solución al destino final de su basura.

Se necesita conocer:

- 1.- La cantidad de basura producida,
- 2.- El volumen del relleno y
- 3.- El área requerida para iniciar la selección del sitio.

Para tal efecto, se dispone de la siguiente información:

POBLACIÓN	30.000 HABITANTES
Tasa de crecimiento de la población (INEC 1999)	3.5% anual
Volumen de desechos sólidos recolectados en el vehículo recolector	252 m ³ /semana
Cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos	90%
Densidad de los residuos sólidos En el vehículo recolector (sin compactación)	300 Kg/m ³
Recién compactados en el relleno sanitario manual	450 Kg/m ³
Estabilizados en el relleno sanitario manual	600 Kg/m ³

Solución:

Para mayor facilidad en el manejo de la información, se hará uso del cuadro1, en el cual se resumirán todos los resultados. Los números de las columnas a las que se hace referencia más adelante son los de ese cuadro.

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Se adoptará un crecimiento geométrico para el cálculo de la proyección de la población con una tasa de 3.5% anual (Ecuación 2), para estimar las necesidades de los próximos 10 años, columna 1.

				Año
P_f	=	$P_1 (1+r)^n$		
P_1	=		= 30.000	1
P_2	=	$30.000 (1+0.035)^1$	= 31.050	2
P_3	=	$30.000 (1+0.035)^2$	= 32.136	3
....	=	...	= ...	...
P_{10}	=	$30.000 (1+0.035)^9$	= 40.886	10

PRODUCCIÓN PER CÁPITA

La producción per cápita (Ppc) se estima aplicando la ecuación 2.

$$Ppc = (DSr/sem)/Pob \times 7 \times Cob$$

$$= (252m^3/sem \times 300 Kg/m^3)/30,000 hab. \times 7días/sem \times 0.9$$

$$Ppc_1 = 04 Kg/hab/día \quad (PRIMER AÑO)$$

Se estima que la producción per cápita aumentará en 1% anual. Entonces, para el segundo y el tercer año será:

$$Ppc_2 = Ppc_1 + (1\%) = 0.4 \times (1.01)$$

$$Ppc_2 = 0.404 Kg/hab/día$$

$$ppc_3 = Ppc_2 + (1\%) = 0.404 \times (1.01)$$

$$ppc_3 = 0.408$$

Y así sucesivamente se calcula la ppc para los demás años (columna 2).

2.3 CANTIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS

La producción diaria se calcula a partir de la ecuación 3 (columna 3).

$$DS_d = P_{ob} \times P_{pc} = 30.000 \times 0.4 \text{ Kg /hab/día}$$

$$DS_d = 12.000 \text{ Kg /día}$$

La producción anual se calcula multiplicando la producción diaria de desechos sólidos por los 365 días del año (columna 4).

$$DS_{anual} = 12.000 \text{ Kg /día} \times 365 \text{ días/ año} \times 1 \text{ ton /1.000 Kg} = 4.380 \text{ t/año}$$

VOLUMEN DE DESECHOS SÓLIDOS

VOLUMEN DE RESIDUOS ANUAL COMPACTADO (ecuación 6, columna 8). Con una densidad de 450 Kg /m₃ debido a la operación manual.

$$V_{anual \text{ compactado}} = DS_{anual} / Dr_{sm} \times 365$$

$$= (12.000 \text{ Kg/día}) / 450 \text{ Kg /m}^3 \times 365 \text{ días/año}$$

$$= 9.733 \text{ m}^3/\text{año}$$

VOLUMEN DE RESIDUOS ANUAL ESTABILIZADO (ecuación 7, columna 10). Con una densidad estimada de 600 Kg /m₃ para el cálculo del volumen del relleno sanitario.

$$V_{anual \text{ estabilizado}} = DS_{anual} / Dr_{sm} \times 365$$

$$= (12.000 \text{ kg/día}) / 600 \text{ Kg/m}^3 \times 365 \text{ días/año} = 7.300 \text{ m}^3/\text{año}$$

VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO ESTABILIZADO. Está conformado por los residuos sólidos estabilizados y el material de cobertura.

MATERIAL DE COBERTURA. Es la tierra necesaria para cubrir los residuos recién compactados y se calcula como 20% del volumen de basura recién compactado (ecuación 6, columna 9), así:

$$\begin{aligned} \text{m.c.} &= V_{\text{anual de residuos compactados}} \times 0.2 \\ &= 7.300 \text{ m}^3/\text{año} \times 0.2 = 1.460 \text{ m}^3 \text{ de tierra/año} \end{aligned}$$

VOLUMEN DEL RELLENO SANITARIO (ecuación 7)

$$\begin{aligned} \text{VRS} &= V_{\text{anual estabilizado}} \times \text{m. c.} \\ &= 7.300 \text{ m}^3/\text{año} + 1.460 = 8.760 \text{ m}^3/\text{año} \end{aligned}$$

Es de notar que la columna 10 presenta el volumen del relleno acumulado anualmente, lo que permite identificar la vida útil del relleno al compararla con la capacidad volumétrica del sitio.

CÁLCULO DEL ÁREA REQUERIDA

CÁLCULO DEL ÁREA POR RELLENAR., a partir de la ecuación 9, si se asume una profundidad promedio de seis metros, las necesidades de área serán:

El primer año

$$\begin{aligned} A_{\text{RS}} &= V_{\text{RS}} / h_{\text{rs.}} \\ &= (8.760 \text{ m}^3/\text{año}) / 6 \text{ m} = 1.460 \text{ m}^2 (0.15 \text{ ha}) \end{aligned}$$

El tercer año

$$\begin{aligned} A_{\text{RS}} &= (28.763 \text{ m}^3)/6 \text{ m} \\ &= 4.794 \text{ m}^2 (0.48 \text{ ha}) \end{aligned}$$

En la columna 13 se podrá observar el área necesaria para 2, 3 ó más años, si se trabaja a partir de los datos acumulados en la columna 12.

CÁLCULO DEL ÁREA TOTAL. Teniendo en cuenta un factor de aumento F para las áreas adicionales (columna 14). En este caso, se asume 30%.

Es decir:

Para el primer año

$$A_T = F \times A_{RS}$$

$$= 1.30 \times 1.541 \text{ m}^2 = 2.003 \text{ m}^2 \text{ (0.2 ha}^3\text{)}$$

Para tres años de vida útil:

$$A_T = 13 \times 4.794 \text{ m}^2 = 6.232 \text{ m}^2 \text{ (0.62 ha)}$$

$$1 \text{ ha} = 10.000 \text{ m}^2.$$

CÁLCULO DEL VOLUMEN DE UNA ZANJA

En un municipio se dispone de un terreno plano para construir un relleno sanitario manual por el método de zanjas. Para abrir las zanjas se pagará el alquiler de una retroexcavadora que tiene un rendimiento de 14 m³/hora de corte.

¿Cuál es el volumen de una zanja y sus dimensiones para 60 días de duración?

¿Por cuántos días debe alquilarse la maquinaria?

Información básica

Población por servir	30.000 habitantes
Ppc	0.4 Kg/hab/día
Cobertura de servicio de recolección de residuos	90% de la población

SOLUCIÓN

CANTIDAD DE DESECHOS SÓLIDOS PRODUCIDOS

$$DSp = Pob \times Ppc$$

$$= 30.000 \text{ hab.} \times (0.4 \text{ Kg}) / \text{Hab} / \text{día} = 12.000 \text{ Kg} / \text{día}$$

CANTIDAD DE DS RECOLECTADOS

$$DSr = DSp \times Cob$$

$$= 12.000 \text{ Kg / día} \times 0.90 = 10.800 \text{ Kg /día}$$

VOLUMEN DE LA ZANJA

Si se estima en 20% el material de cobertura, una vida útil de 60 días y una densidad de 500 Kg/m^3 , entonces:

$$V_z = (t \times D_{Sr} \times m_c) / D_{Srsm}$$

$$= (60 \text{ días} \times 10.800 \text{ Kg /día} \times 1.2) / 500 \text{ Kg /día} = 1.555 \text{ m}^3$$

Es decir que para depositar los desechos sólidos de un día se requerirán excavar $1.555/60 = 26 \text{ m}^3$

DIMENSIONES DE LA ZANJA

$$h_z = \text{profundidad} = 3 \text{ m}$$

$$a = \text{ancho} = 6 \text{ m}$$

$$l = \text{largo} = ?$$

Por lo tanto:

$$H_z = 3 \text{ m}$$

$$a = 6 \text{ m}$$

$$l = 86 \text{ m}$$

Tiempo de maquinaria

$$t_{es} = V_z / R \times J$$

$$= 1.555 \text{ m}^3 / 14 \text{ m}^3/\text{hora} \times 8 \text{ horas/día} = 13.9 = 14 \text{ días}$$

Lo anterior significa que para tener la zanja completamente lista, se debe disponer de catorce días para su excavación. Sin embargo, conviene anotar que por lo menos cinco días antes de que se llene una zanja se debe llevar el equipo para abrir una nueva y mantener una buena programación de la máquina, para disponer la basura sin contratiempos.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA CELDA DIARIA

Para la misma población de 30.000 habitantes, con una producción de 12 t/día y una cobertura del 90% del servicio de recolección de residuos, calcule y diseñe la celda diaria en el relleno sanitario manual, si este opera seis días a la semana.

Solución

A. La cantidad de basura producida y que va al relleno sanitario se calcula a partir de la ecuación

$$DSrs = DSp \times 7 / x$$

$$= 12.000 \text{ Kg /día} \times 7/6 = 14.000 \text{ Kg /día laboral}$$

Sin embargo, como se sabe, sólo 90% de los residuos sólidos llegarán al relleno realmente.

Entonces:

$$DSrs = (14.000 \text{ Kg / día laboral}) \times 0.90 = 12.600 \text{kg/ día laboral}$$

B. El volumen de la celda diaria, con la ecuación 5-32, teniendo en cuenta que el material de cobertura es 20% del volumen de la basura recién compactada, cuya densidad en este caso se estima en 450 kg/m³.

$$V_c = DSrs / Drsm \times m.c.$$

$$= (12.600 \text{ Kg/día}) / 450 \text{ Kg /día} \times 1.20 = 33.6 \text{ m}^3/\text{día laboral}$$

C. Las dimensiones de la celda se hallan en el ejemplo fijando la altura de la celda a un metro. Entonces, el área será igual a:

$$Ac = Vc / hc$$

$$= 33.6 \text{ m}^3 / 1 \text{ m} = 33.6 \text{ m}^2/\text{día laboral}$$

El largo o avance de la celda estará sujeto a las variaciones normales del ingreso de la basura, mientras que el ancho, en este caso, se podrá mantener en 3 metros, ancho que es el adecuado para que el vehículo pueda descargar:

$$l = Ac / a$$

$$= 33.6 \text{ m}^2 / 3 \text{ m} = 11.2 \text{ m/día}$$

Por lo tanto:

$$l = 11.2 \text{ m}, a = 3 \text{ m}, hc = 1.0 \text{ m}$$

También se puede escoger una sección cuadrada:

$$l = 5.8 \text{ m}, a = 5.8 \text{ m}, hc = 1.0 \text{ m}$$

Nota: *Para el cálculo de volúmenes se tomó el método indicado en el libro “Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios, Autor: Jorge Jaramillo. Universidad de Antioquia, Colombia OPS/CEPIS/PUB/02.93

*A continuación encontramos las fórmulas empleadas para dicho cálculo:

Ecuación 1 $Pf = Po (1+r)^n$

Ecuación 2 $Ppc = Dsr \text{ en una semana} / Pob \times 6 \times Cob$

Ecuación 3 $Ds4 = Pob \times Ppc$

Ecuación 4 $V_{diario} = DCp / Drsm$

Ecuación 5 $V_{anuario compactado} = V_{diario} \times 365$

Ecuación 6 $m.c. = V_{anual compactado} \times (0.20 \text{ ó } 0.25)$

Ecuación 7 $V_{RS} = \frac{V_{anual estabilizado} + m.c.}{h}$

Ecuación 8 $V_{RS} = ? \quad V_{RS} / V_{RS}$
 $l = 1$

Ecuación 9 $A_{RS} = V_{RS} / h_{RS}$

Ecuación 10 $A_T = F \times A_{RS}$

$$P_f = P_o (1 + r)^n$$

donde:

- Pf = Población futura
- Po = Población actual
- r = Tasa de crecimiento de la población
- n = (t_{final} - t_{inicial}) intervalo en años
- t = variable tiempo (en años)

$$ppc = \frac{DS_r \text{ en una semana}}{Pob \times 7 \times Cob}$$

donde :

- ppc = Producción por habitante por día (kg/hab/día)
- DS_r = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)⁶
- Pob = Población total (hab)
- 7 = Días de la semana
- Cob = Cobertura del servicio de aseo urbano (%)

$$DS_d = Pob \times ppc$$

donde:

- DS_d = Cantidad de RSM producidos por día (kg/día)
- Pob = Población total (habitantes)
- ppc = Producción per cápita (kg/hab-día)

$$V_{diario} = \frac{DC_p}{D_{rsm}}$$

$$V_{anual \text{ compactado}} = V_{diario} \times 365$$

- V_{diario} = Volumen de RSM por disponer en un día (m³/día)
- V_{anual} = Volumen de RSM en un año (m³/año)
- DS_p = Cantidad de RSM producidos (kg/día)
- 365 = Equivalente a un año (días)
- D_{rsm} = Densidad de los RSM recién compactados (400-500 kg/m³) y del relleno estabilizado (500-600 kg/m³)

$$m. c. = V_{anual \text{ compactado}} \times (0,20 \text{ ó } 0,25)$$

donde:

m. c. = material de cobertura equivale al 20 a 25% del volumen de los desechos recién compactados.

$$V_{RS} = V_{\text{anual estabilizado}} + \text{m. c.}$$

donde :

V_{RS} = Volumen del relleno sanitario ($\text{m}^3/\text{año}$)

m. c. = material de cobertura (20 a 25% del volumen recién compactado de RSM)

$$V_{RSvu} = \sum_{i=1}^n V_{RS}$$

donde :

V_{RSvu} = Volumen relleno sanitario durante la vida útil (m^3)
 n = Número de años

$$A_{RS} = \frac{V_{RS}}{h_{RS}}$$

donde :

V_{RS} = volumen de relleno sanitario ($\text{m}^3/\text{año}$)

A_{RS} = área por rellenar sucesivamente (m^2)

h_{RS} = altura o profundidad media del relleno sanitario (m)

$$A_T = F \times A_{RS}$$

donde :

A_T = Área total requerida (m^2)

F = Factor de aumento del área adicional requerida para las vías de penetración, áreas de retiro a linderos, caseta para portería e instalaciones sanitarias, patio de maniobras, etc. Este es entre 20-40% del área que se deberá rellenar.

CUADRO N° 19

PARA CALCULAR EL VOLUMEN Y ÁREA REQUERIDA PARA EL RELLENO SANITARIO MANUAL

AÑO	Población	ppc	CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS			VOLUMEN							Area requerida m2	
			DIARIA	ANUAL	ACUMULADO	Residuos compactados		Material de cobertura m3		Residuos solidos estabilizados	Relleno Sanitario		Relleno	Total
						Diaria	Anual	Diaria	Anual		m3	Acumulada		
hab	a	kg/dia	t/año	(t)	m3	m3	m3	m3	m3/año	m3	Acumulada	AR	AT	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

(3) = (1) x (2)

(6) = [(3) x 7/6] / D_c

(8) = (6) x 0.2

(11) = (9) + (10)

(13) = (12) / H

(14) = (13) x F

Población x ppc.

Los residuos sólidos producidos en una semana son llevados al relleno durante los días de recolección. Normalmente entre el lunes y sábado (7 días de producción/ 6 días de recolección).

Material de cobertura = entre 20 y 25% del volumen de residuos compactados.

El volumen del relleno sanitario V_{RS} = material de cobertura + volumen de residuos estabilizados.

Área por rellenar A_r = volumen acumulado del relleno / H
H = altura del relleno estimada

Área total A_t = área por rellenar x F
F = Factor para estimar el área adicional (entre 20 y 30%)

RELLENO SANITARIO
MANUAL

DENSIDAD DE LA BASURA
(kg/m³)

D_s : Suelta

D_c: Compactada

D_g: Estabilizada

200 a 300

400 a 500

500 a 600

RESUMEN EJECUTIVO

PRESENTACIÓN

La producción de desechos sólidos es una realidad de toda actividad humana, inmersa dentro de las comunidades urbanas y rurales, constituyéndose en un factor importante que afecta a la salud de la población, y por lo tanto motivo para que se implanten soluciones adecuadas para resolver los problemas de su manejo y disposición final.

Uno de los problemas de los gobiernos municipales, es el manejo de los residuos sólidos urbanos y su tratamiento; en nuestro país no ha tenido aun, la importancia que el caso amerita, por cuanto la presión ciudadana, sobre la dotación de otros servicios de infraestructura urbana, como agua potable, alcantarillado, vialidad, electricidad, telefonía, ha sido mas significativa, lo cual ha dado lugar a que las entidades gubernamentales y municipales, presten mayor atención a la implementación de dichos servicios.

Las autoridades no lo consideran como tema trascendental vinculado con la salud y el ambiente (calidad de vida). Esto ocurre porque no hay una verdadera conciencia, por parte de los municipios, que manejan en forma monopólica estos servicios por mandato legal, y porque a los gobiernos de turno no les es atractivo invertir en algo “poco rentable” para conseguir votos en relación con obras que se ven y dan más votos.

En efecto, el manejo inadecuado de los desechos sólidos representa un peligro para la salud pública y para el ambiente, pues la descarga a cielo abierto y otras prácticas inapropiadas ocasionan la contaminación de los elementos agua, aire y suelo, facilitando la proliferación de vectores de enfermedades que pueden incrementarse o directamente causar impactos desfavorables sobre la salud de la población.

Las entidades gubernamentales y municipales del país, como responsables de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y del tratamiento de la basura, deben apoyar la idea de que se elaboren Estudios y Diseños para el tratamiento de los RSU así como

de la disposición final de los mismos, tanto en el manejo técnico del proceso como en el tratamiento.

La Base Legal, en el cual se enmarca el proyecto, hace referencia a los aspectos jurídicos relacionados con el manejo ambiental de este tipo de actividades. El estudio se realiza sobre la base de los siguientes instrumentos jurídicos:

La Constitución Política del Estado; considera la protección ambiental como uno de los deberes primordiales del Estado, establece que éste reconocerá y garantizará a las personas: *"El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación..."*, así como también *" El derecho a una calidad de vida que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, saneamiento ambiental; educación, trabajo, empleo, recreación, vivienda, vestido y otros servicios sociales necesarios"*.

Y es así que se declara de interés público:

- "1.- La preservación del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país.*
- 2.- La prevención de la contaminación ambiental, la recuperación de los espacios naturales degradados, el manejo sustentable de los recursos naturales y los requisitos para que estos fines deberán cumplir las actividades públicas y privadas.*
- 3.- El establecimiento de un sistema nacional de áreas naturales protegidas, que garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de los servicios ecológicos, de conformidad con los convenios y tratados internacionales."*

La Ley de Gestión Ambiental; el Art. 20 de la Codificación de la Ley de Gestión Ambiental en forma expresa determina que, *"Para el inicio de toda actividad que suponga riesgo ambiental se deberá contar con la licencia respectiva...."* El Art. 28 de la misma Ley establece que *"Toda persona natural o jurídica tiene derecho a participar en la gestión ambiental, entre las cuales incluirán consultas, audiencias públicas, iniciativas, propuestas o cualquier forma de asociación entre el sector público y el privado..."*

El Art. 20 del libro del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria, establece que la *“Participación Ciudadana en la Gestión Ambiental tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente la población directamente afectada de una obra o proyecto...”*

En el libro VI cuando habla de la Calidad Ambiental, del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) en el Art. 30 manifiesta *“El Estado Ecuatoriano declara como prioridad nacional la Gestión Integral de los residuos sólidos, como una responsabilidad compartida por toda la sociedad, que contribuya al desarrollo sustentable a través de un conjunto de políticas intersectoriales en el ámbito de la Salud, Ambiente, Social, Técnico, Legal con énfasis en la adecuada disposición final...”*

La presente investigación responde a la imperiosa necesidad sanitaria de las (219) municipalidades del país. Se pretende con este modelo dejar una herramienta teórico-práctica para construir y poner en funcionamiento rellenos sanitarios manuales emergentes para poblaciones entre 15.000 y 30.000 habitantes en el Ecuador, donde se depositarán 15 toneladas de basura diaria compactada y cubierta de tierra, que cuente con especificaciones técnicas para el tratamiento de los líquidos lixiviados, gases de descomposición y protección del suelo, solucionando el problema de tratamiento de los desechos sólidos en el país de 20 a 25 años.

Para ello se llevó a cabo una amplia recopilación de información, tanto en instituciones del sector público, como en organismos privados. Además, como complemento, se realizaron una serie de visitas a diferentes entidades relacionadas con el tema, (Municipios de: Quito, Cuenca, Sto. Domingo de los Colorados, Esmeraldas, Ibarra, La Bonita, La Naves; hospitales del IESS, Andrade Marín de Quito, José Carrasco Arteaga de Cuenca.) entrevistas personales con profesionales involucrados en el tema así como a entidades gubernamentales como: Ministerio del Ambiente, Fundación Natura, MIDUVI, Sindicatos entre otros.

El Relleno Sanitario es actualmente el método más económico y aceptable, desde el punto de vista de la Salud Pública y protección del ambiente, para la disposición de los desechos sólidos domésticos, comerciales e industriales e incluso de los denominados peligrosos; considerando que un Relleno Sanitario es una técnica para la disposición de la basura en el suelo, sin causar perjuicio al medio ambiente y

molestias o peligro para la salud y seguridad pública, utilizando principios de ingeniería, para confinar la basura en la mínima área posible, reduciendo su volumen hasta la cantidad practicable, para luego cubrir las basuras allí depositadas con una capa de tierra diariamente, al final de la jornada, o tan frecuentemente como sea necesario; esta definición debe ser complementada con las posibilidades del Relleno Sanitario de manejar gases y lixiviados.

Hay que mencionar que el problema de la disposición final de residuos adopta características particulares en localidades pequeñas y en zonas rurales, debido a varios factores: la falta de recursos, la ausencia de información sobre las consecuencias negativas de los botaderos, la falta de conocimiento de la tecnología apropiada para disponer los residuos. De allí la necesidad de una guía actualizada que abarque todas las etapas involucradas en la puesta en marcha de un relleno sanitario manual para pequeñas poblaciones.

La gestión de los residuos sólidos, especialmente lo relacionado con la disposición final, es una tarea compleja que se ha convertido en un problema común en el país. Ello se refleja en la falta de limpieza de las áreas públicas, la recuperación de residuos en las calles, el incremento de actividades informales, la descarga de residuos en cursos de agua o su abandono en botaderos a cielo abierto y la presencia de personas de ambos sexos y de todas las edades, en estos sitios, en calidad de minadores, en condiciones inhumanas expuestos a toda clase de enfermedades y accidentes.

El problema de los RSM está presente en la mayoría de las ciudades y pequeñas poblaciones por su inadecuada gestión, y tiende a agravarse como consecuencia del acelerado crecimiento de la población, los cambios de hábitos de consumo, el uso generalizado de envases, empaques y materiales desechables que aumentan considerablemente la cantidad de residuos; esto se agrava debido a la poca educación sanitaria y escasa participación ciudadana. Es común que los botaderos a cielo abierto se sitúen en las áreas donde vive la población económicamente mas pobre, lo que aumenta el grado de deterioro de todas las condiciones y en consecuencia, devalúa las propiedades, constituyendo un obstáculo para el desarrollo de la ciudad.

A continuación se resumen las actividades que se realiza con la basura, desde la fuente productora hasta la disposición final.

El Servicio de Aseo Urbano.- tiene como principales objetivos proteger la salud de la población y mantener un ambiente agradable y sano, consta de las siguientes actividades: separación, almacenamiento, recolección, barrido, transporte y disposición final de los residuos sólidos.

La Separación de los Residuos.- se suele realizar en forma manual ya sea en el sitio de origen, en las aceras, en el vehículo recolector o en el sitio de disposición final, actividad que lo realizan personas de escasos recursos en condiciones infrahumanas.

Almacenamiento.- es la actividad de colocar los RSM en recipientes apropiados, con las cantidades generadas, el tipo de residuos y la frecuencia de recolección. Los recipientes deben tener un peso y diseño específicos que faciliten su manejo.

Recolección y Transporte.- implica su transporte al lugar donde deberán ser descargadas; puede ser un relleno sanitario, los vehículos destinados al transporte para pequeñas poblaciones y áreas marginales, puede ser el tractor agrícola conectado con un remolque.

Barrido y Limpieza.- se le podría llamar el “maquillaje” de los centros urbanos, tiene como propósito mantener las vías y áreas públicas de los residuos que arrojan al suelo los peatones.

Disposición final de los RSM.- es la última etapa operacional, el relleno sanitario es el método de disposición final de prácticamente todos los RSM, es el único admisible ya que no presenta peligro ni riesgos para la salud pública. Además, minimiza la contaminación y otros impactos negativos en el ambiente.

EL RELLENO SANITARIO MANUAL.- es una adaptación del concepto de relleno sanitario para pequeñas poblaciones por la cantidad y tipo de residuos que producen menos de 15 toneladas diarias, el término manual se refiere a la operación de compactación y confinamiento de los residuos, que pueden ser ejecutadas con el apoyo de una cuadrilla de hombres y el empleo de algunas herramientas.

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económicamente factible en beneficio de poblaciones urbanas y rurales con menos de 30.000 habitantes, que no tienen la forma de adquirir equipos pesados para construir y operar un relleno sanitario convencional. Esta técnica solo requiere equipo pesado para la adecuación del sitio, para la construcción de la vía interna, la preparación de la base de soporte o la excavación de zanjas y la extracción del material de cobertura, los demás trabajos pueden realizarse con los propios trabajadores. Además un relleno sanitario puede servir a dos o más poblaciones, es decir estar en condiciones de brindar el servicio de disposición final a varias poblaciones cercanas.

a.- VÍAS DE ACCESO.- el terreno debe estar cerca de una vía principal que sea de fácil acceso, esta deberá permitir el ingreso fácil de los vehículos recolectores en todas las épocas del año.

b.- MATERIAL DE COBERTURA.- el terreno debe tener abundante material de cobertura de fácil extracción y con buen contenido de arcilla.

c.- DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO.- el diseño materializa la concepción de la obra, contemplará la delimitación del área total del sitio y del terreno. A continuación se hará una breve descripción de los principales parámetros que se deben tener en cuenta en el análisis y evaluación del terreno.

- TIPO DE SUELO.- debe estar localizado de preferencia sobre un terreno cuya base sean; suelos areno-limo-arcillosos.
- PERMEABILIDAD DEL SUELO.- es la mayor o menor facilidad con que la percolación del agua ocurre a través de un suelo. En otras palabras, es la velocidad con la que el agua atraviesa los diferentes tipos de suelos.
- PROFUNDIDAD DEL NIVEL FREÁTICO.- tiene que ver con la altura del nivel del agua a la superficie.
- DRENAJE Y MANEJO DEL LIXIVIADO.- es uno de los mayores problemas que se presentan en un relleno sanitario. A pesar de que este cuenta con canales periféricos que interceptan y desvían las aguas de escurrimiento, la lluvia que cae directamente sobre la superficie aumenta el volumen de lixiviados.
- DRENAJE DE GASES.- esta constituido por un sistema de ventilación de piedra o tubería perforada de concreto que funciona a manera de chimeneas o tubos de ventilación que atraviesan en sentido vertical todo el relleno.

- CONSTRUCCIÓN.- para planificar la construcción del relleno sanitario es conveniente contar con una serie de planos: el diseño del proyecto, el de planta general de localización de las obras y los perfiles de zanja.
- ACCIONES DE CARÁCTER CORRECTIVO.- con el fin de proteger la salud humana y reducir el impacto ambiental por causa de los RSM, se deben tomar acciones correctivas que pueden ser ejecutadas por los trabajadores de los municipios u otras personas, como:
 - 1.- Levantar una cerca para limitar el acceso de personas extrañas que pueden seguir llevando sus residuos e impedir el ingreso de animales.
 - 2.- Realizar un programa de exterminio de roedores, para lo cual se solicitará la asesoría de las autoridades de salud y saneamiento ambiental.

Uso Futuro del Botadero Clausurado.- se recomienda que los botaderos clausurados de las pequeñas poblaciones sean transformados en zonas verdes con pasto y arbustos de raíces cortas.

A diario se destacan en periódicos locales y en la prensa internacional algunas enfermedades o epidemias, con titulares que sorprenden y causan desconcierto y olvidamos que las condiciones de insalubridad son un caldo de cultivo de los vectores que ocasionan.

Veamos algunos recortes de prensa:

- El Heraldo de México. “Apilan basura en una zona residencial” En medio de una zona residencial, un enorme botadero de basura se levanta con sus malos olores, fauna nociva y líquidos tóxicos que se derraman a unos cuantos metros de las casas que mantienen, durante las 24 horas, sus puertas y ventanas cerradas. Sábado 27 de septiembre de 1997.
- El Comercio de Ecuador. “El buen manejo de los desechos mejorará la calidad de vida en las urbes” ¿Y las autoridades? Tampoco las autoridades lo consideran como trascendental vinculado con la salud y el ambiente (calidad de vida). Esto ocurre porque no hay una verdadera conciencia, por parte de los municipios, que manejan de forma monopólica estos servicios por mandato legal y porque a los

gobiernos municipales de turno no les es atractivo invertir en algo poco rentable para conseguir votos en relación con obras que se ven y dan más votos. Lunes 15 de enero del 2007.

- El Comercio de Ecuador. "Desechos: una mejora en los hospitales" La manipulación de estos materiales complica a EMASEO. Se producen 700 kg. de productos infecciosos de las 1.300 Ton. diarias de basura que se recogen. Un río de sangre que se esparce sobre el suelo y puede ser pisado por el que pasa por allí, un olor penetrante de carne en descomposición, jeringuillas utilizadas desperdigadas, sueros aplastados al aire libre... son parte de los problemas que tiene que enfrentar a diario el carro especial de EMASEO para procesar los desechos hospitalarios...."Lunes 19 de junio del 2005.
- El Comercio de Ecuador. "Santo Domingo: líos con la basura" La falta de un relleno sanitario obliga a que la Municipalidad envíe los desechos urbanos a terrenos de su propiedad. El manejo y depósito de los desechos sólidos tiene más problemas en Sto. Domingo. Actualmente, la basura que produce la ciudad se deposita en terrenos municipales lo cual ocasiona molestias a las personas que viven en los alrededores de estos predios. Incluso existe el temor de que la basura contamine el camal municipal, el cual está cerca de uno de los botaderos. Por eso, la construcción de un relleno sanitario es una prioridad del cantón que tiene unos 350.000 habitantes....."

Sábado 22 de julio del 2006.
- El Comercio de Ecuador. "El camal y el basurero de Santo Domingo fueron cancelados" Los malos olores causan molestias a los habitantes del barrio Valle del Toachi. Las 300 toneladas de basura que genera esta ciudad no tienen dónde ubicarse. En dos días, Santo Domingo se quedó sin camal y sin botadero de basura; el Comisario de salud clausuró el camal, y el Juez Oliver Barba ordenó que se paralice la maquinaria que trabajaba en el botadero de basura..." Lunes 22 de enero del 2007.
- El Comercio de Ecuador. "Atacames tendrá un nuevo relleno sanitario" El proyecto reemplazará al botadero que se encuentra en Súa. El proyecto tiene como fin superar los problemas que genera el actual botadero de basura del cantón. El

botadero es a cielo abierto y está apenas a 700 metros de distancia del sector turístico y hotelero de Súa. Recibe a diario 18 toneladas de basura. Lunes 22 de enero del 2007.

- El Comercio de Ecuador. “Azuay: una ruta turística se pierde” Austro. La basura, aguas servidas y extracción minera de tres cantones causan daños. Tres cantones no manejan bien su basura. La presencia de múltiples botaderos de basura clandestinos en las laderas, al pie de la vía. Hasta el año pasado, el municipio de Sígfig improvisó un basurero en una ladera en el sector de Peña Blanca, en la vía que conduce a Gualaceo, allí se depositan 11 toneladas semanales de desechos (orgánicos, inorgánicos y hospitalarios) que con la fuerza de los vientos y las lluvias, los desperdicios y los lixiviados van a parar al río Santa Bárbara, ubicado en la parte baja. En Sígfig, la basura se deposita en las riberas y en las partes altas del río. Los alcaldes de los tres cantones analizan la posibilidad de crear un relleno sanitario conjunto.....” Viernes 14 de octubre del 2005.
- El Colombiano de Medellín, Colombia “La rebelión de las ratas” invasión silenciosa en Santa Fe de Bogota. Una pequeña bestia de ojos parduscos, pelaje grueso y poderosos dientes esta haciendo de las suyas en Santa Fe de Bogota. Las ratas invaden la ciudad, especialmente los sitios donde los servicios de recolección de basuras no funcionan como debería ser...” La proliferación de ratas en algunas zonas de la ciudad se debe principalmente a que las basuras no se recogen a tiempo, y cuando se recogen, los vecinos no colaboran y a los pocos minutos las calles nuevamente están llenas de bolsas con desperdicios. A esto se agrega que los recolectores de basura convirtieron las esquinas y los lotes baldíos en botaderos”. Jueves, 13 de abril de 1.995.

INDICADORES IMPORTANTES.-a continuación se presentan algunos indicadores importantes que se deben contemplar en un relleno sanitario:

1.- FASE DE CONSTRUCCIÓN

Los potenciales impactos que usualmente ocurren o pueden ocurrir durante la fase de construcción son:

- Eliminación de cobertura vegetal y arbórea de los lugares en los cuales se realizará la apertura de las vías y donde se construirán las obras civiles.

- Modificación natural del terreno, al realizar los taludes en el lugar del relleno sanitario.
- Alteración del paisaje por apertura de vías, construcción del relleno sanitario y edificaciones arquitectónicas.
- Generación de desechos sólidos y líquidos por la presencia de trabajadores y técnicos en las obras ejecutadas.
- Potenciales afecciones a la salud y seguridad de la población circundante y a la fauna por la contaminación de aire y ruido en la utilización del equipo pesado.
- Pérdida de valor económico en las propiedades circundantes al relleno.

2.- FASE DE FUNCIONAMIENTO DEL RELLENO SANITARIO

Los impactos ambientales que podrían generarse durante el funcionamiento del relleno sanitario son:

- Afecciones a la salud y seguridad de la población por el ingreso y salida de vehículos hacia y desde el lugar destinado al relleno sanitario.
- Potenciales molestias al confort y a la salud de la población circundante, ya sea por la operación del equipo en las tareas de disposición final de los desechos sólidos, por la generación de ruidos y por los malos olores.
- Potenciales presencia de vectores, particularmente moscas y roedores por la presencia de basura, incremento de perros alrededor del relleno sanitario.
- Potenciales afecciones a la salud por la descomposición de la basura en el relleno sanitario y generación de malos olores.
- Potenciales afecciones a la salud y seguridad de los trabajadores que laboran en tareas de disposición final, en la operación y mantenimiento del sistema de almacenamiento y recirculación de lixiviados.
- Explotación de material arcilloso para impermeabilización del fondo del relleno sanitario
- Acumulación de material terroso para material de cobertura.
- Funcionamiento de unidades de pretratamiento y tratamiento de lixiviados.

3.- CIERRE Y ABANDONO

- Cierre del relleno.
- Continuación de los procesos de descomposición de los desechos sólidos.
- Control y monitoreo.

4.- **EVALUACIÓN DE IPACTOS AMBIENTALES.**-La relación causa-efecto nos permitirá visualizar e identificar pormenorizadamente los efectos ambientales que tal o cual acción del relleno sobre los entornos medioambientales del proyecto, así como también diferenciar claramente entre impactos beneficiosos (positivos) o nocivos (negativos).

5.- **DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS.**-Una vez identificados los efectos ambientales que generan impactos en los entornos ambientales existentes se procede a describirlos detalladamente, dentro de los diferentes entornos y relacionándolos directamente con las acciones del proyecto, de las cuales se derivan:

5.1 **RECURSOS ATMOSFÉRICOS.**-los impactos ambientales generados en la atmósfera afectarán básicamente a los siguientes elementos: contaminación sonora (ruido y vibraciones), contaminación atmosférica (polvo y gases) y microclima. Los primeros ocurrirán, tanto en la etapa de construcción, en mayor grado, así como en la operación y mantenimiento. Con respecto a la contaminación sonora, ésta ocurrirá en mayor escala en la etapa de construcción, en lo que tiene que ver con polvo. Con respecto a gases, que es un efecto propio del funcionamiento del relleno, se espera la presencia de metano, ácido sulfhídrico, anhídrido carbónico, y otros gases propios del metabolismo anaerobio que se producirá en el interior de las celdas.

5.2 **RECURSO SUELO.**-los efectos ambientales del entorno suelo son variados y de diferente magnitud, en general afectan a los siguientes elementos: erosión, estabilidad del suelo, (construcción de caminos de acceso, obras de infraestructura) y movimiento de tierra (operación del relleno) será una actividad generadora de efectos ambientales. Además, estas mismas acciones, tanto en la construcción como en el funcionamiento, generan efectos en la topografía. Por otro lado, la impermeabilidad y las características físico-químicas del suelo se verán directamente afectadas, al cambiar el material de cobertura, de las obras de acceso y de infraestructura, tanto en la etapa de construcción como de operación del relleno. Esto generará un cambio significativo en el grado de infiltración y percolación, así como de las características físicas como químicas del suelo.

5.3 RECURSOS HÍDRICOS.-Aguas superficiales.-la cantidad de agua o el escurrimiento superficial generado por la presencia de lluvias en el área serán afectados. La calidad del agua representada por las características físico-químicas como son: sólidos suspendidos, coniformes, metales, pH, temperatura, DBO, DQO, etc., que posibilitan su utilización como fuentes de uso doméstico o agrícola, serán afectados por la generación de lixiviados, debido a la humedad inherente de los residuos sólidos y por la infiltración de agua, proveniente de precipitaciones.

AGUA SUBTERRÁNEA.-los acuíferos o fuentes de agua subterráneas están representadas por la capacidad de infiltración y percolación del suelo, que puede aumentar o disminuir el nivel freático y las condiciones de flujo existentes. La calidad del agua subterránea tiene que ver con las características del agua infiltrada y percolada. Ambos componentes se verán afectados por la presencia de otro tipo de suelo, el cambio de las condiciones iniciales y la cantidad de esorrentía superficial y la calidad de las mismas.

RECURSOS PERCEPTUALES.-La percepción paisajística y la belleza escénica son elementos importantes que tienen que ver básicamente con los estados subjetivos de los individuos que se verán afectadas cualitativamente por la implantación del proyecto.

RECURSOS BIÓTICOS.-los recursos bióticos tienen que ver con el ecosistema presente y relaciona de manera integral a todos los componentes que caracterizan estos recursos, como son: diversidad (número de especies), población (cobertura), hábitat, (interrelación de especies), productividad (reproducción), cadenas tróficas (relación entre animales y plantas).

FLORA.-dentro de este recurso se da ciertas características de vegetación que resumen las que no están explícitamente nombradas y que no dan un nivel de detalle suficiente para analizar este recurso y son: cobertura vegetal, diversidad vegetal. La cobertura vegetal se relaciona con la cantidad de especies que existen en un área dada, aparte de su diversidad; este componente puede desaparecer totalmente en las áreas de influencia (camino de acceso, las áreas de implantación propiamente dichas). La diversidad vegetal nos da una idea de los tipos de vegetación existentes, aparte de su cantidad, se puede definir claramente la existencia de especies endémicas, propias del lugar.

FAUNA.- las características de la fauna pueden ser representadas por su diversidad animal. La misma que nos proporciona una idea de los tipos de animales existentes. La productividad y biomasa se relaciona con las posibilidades de crecimiento de las especies animales existentes, condicionadas por las características de vegetación, clima y presencia humana.

POBLACIÓN.-tiene que ver con la economía local, posibilidad de empleo e ingresos, comercio y servicios, transporte y comunicación, salud y seguridad.

INDICADORES AMBIENTALES.-los indicadores ambientales sirven para cuantificar (cuantitativamente y cualitativamente) los impactos ambientales generados, pudiendo evaluarlos de mejor manera, cuyo nivel de detalle se refiere al tipo de estudio realizado.

EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.-está orientado a la implementación de acciones y obras que permitan mitigar y corregir los posibles impactos y efectos ambientales ocasionados por el proyecto en sus distintas fases (construcción, operación, mantenimiento y cierre). Una vez que se ha identificado, valorado y jerarquizado los principales impactos ambientales que se darán en el proyecto, es procedente diseñar el Plan de Mitigación Ambiental, planteando medidas y estrategias constructivas, que permitan atenuar los efectos generados, en las diferentes fases de implementación que se puedan generar por la construcción, operación, mantenimiento y cierre del proyecto.

- **OBJETIVO GENERAL.-** el objetivo básico del Plan de Manejo Ambiental es establecer pormenorizadamente las medidas de mitigación, que deben incluir las estrategias constructivas respectivas, así como la asistencia técnica de capacitación en el manejo de los recursos naturales, a través de la colaboración del gobierno central, organizaciones no gubernamentales y de la población servida.
- **OBJETIVOS PARTICULARES.-**dentro del estudio de impacto ambiental se ha analizado cada uno de sus componentes, tanto biofísicos como sociales, para proyectar la mitigación de los impactos negativos y el incentivo de los impactos positivos, estableciendo una serie de medidas ambientales que tiene que aplicarse a través de diversos mecanismos institucionales.

Dicha medidas ambientales se ven reflejadas en los siguientes objetivos particulares:

- Diseñar medidas de mitigación, para la etapa de construcción, de acuerdo con los impactos negativos de mayor jerarquía de afectación al ambiental.
- Establecer medidas ambientales que deberán desarrollarse, durante las fases de operación y mantenimiento.
- Establecer medidas ambientales para la fase de cierre del relleno sanitario.
- Establecer costos ambientales preliminares para cada una de las medidas contenidas dentro del Plan, conjuntamente con el correspondiente cronograma de actividades y de construcción.

6.- MARCO INSTITUCIONAL

Las instituciones que están relacionadas con las actividades de tratamiento de la basura son las siguientes:

- 4.5 LAS MUNICIPALIDADES a través de su Departamento Técnico, que estará encargada de la supervisión de la construcción y de la ejecución de las obras incluyendo los rubros ambientales contemplados en el Plan de Manejo.
- 4.6 LA CONSTRUCTORA, que será la encargada de la correcta ejecución de las obras, es decir con la correcta aplicación de medidas de prevención, control y mitigación, durante las fases de Construcción, Operación y Mantenimiento.
- 6.3 EN EL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL están inmersas las ordenanzas dictadas por los Concejos Municipales para la implementación de sus proyectos de infraestructura.