

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**



DISEÑO DE RELLENO SANITARIO PARA EL MUNICIPIO DE LA PAZ-CARAZO.

Monografía presentada por:

Br. Roberto Iván Santos Mendieta

Como requisito para optar al título de:

Ingeniero Civil

Tutor: M.Sc.Ing. Jose Angel Baltodano Maldonado.

Managua, Nicaragua

Febrero 2011

Dedicatoria.

A mis padres Rodolfo Santos y Sandra Mendieta , a mi Madre (q.e.p.d) que me dio siempre los ánimos para seguir adelante con mis estudios, a mis tíos en especial a Damaris Mendieta y Julio Santos por apoyarme en los años de estudios.

A mi familia en general...

A Dios por la fortaleza....

Agradecimiento

A los docentes de la Universidad en especial a los de la Facultad de Tecnología en la Construcción (FTC) que contribuyeron a mi formación profesional y a tener un visión de lo que es ser un ingeniero.

A mi tutor Ing. José Ángel Baltodano que brindó su apoyo, tiempo y consejos en la elaboración de la monografía.

A Inge María Beck por darme la oportunidad de realizar mi tesis.

INDICE

Presentación	I.
Dedicatoria	II.
Agradecimiento	III.
Índice de Imágenes	IV
Capítulo I	
1.1 Introducción	1.
1.2 Antecedentes	2.
1.3 Justificación	3.
Capitulo II	
2.1. Objetivos Generales	5.
2.2 Objetivos Específicos	5.
Capitulo III	
3.1 Ficha Municipal .	6.
3.2 Aspecto Generales.	
• 3.2.1. Aspectos Políticos-Administrativos	7.
• 3.2.2 Característica Orográficas y Relieve	8.
• 3.2.3 Clima	9.
• 3.2.4. Geomorfología	9.
• 3.2.5 Uso potencial del suelo y sus Recursos Naturales	9.
• 3.2.6 Agua	9.
• 3.2.7 Calidad de ambiente, contaminación y quema	10.
3.3 Aspectos Demográficos y socioeconómicos	10.
• 3.3.1 Características socioeconómicas de la población	10.
3.4. Servicios Básicos	11.
• 3.4.1 Agua Potable y Servicio de Alcantarillado	11.
• 3.4.2 Energía Eléctrica	11.
• 3.4.3 Transporte Intra-municipal	11.
• 3.4.4. Vías de Acceso	12.
• 3.4.5 Telecomunicaciones	12.
• 3.4.6. Aspecto de Salud	13.
• 3.4.7 Drenaje sanitario	13.
• 3.4.8 Recolección y transporte de los desechos sólidos	13.

Capitulo IV

4.1. Desecho Solidos	15.
• 4.1.1. Desechos Orgánicos	15.
• 4.1.2 Desechos inorgánicos	15.
• 4.1.3 Clasificación de los Residuos Sólidos por origen.	16.
4.2. Manejo de los Residuos Sólidos	19.
• Efecto de un Adecuada Gestión de Residuos Sólidos	20.
• Efectos negativos de una inadecuada gestión de los Desechos sólidos en el ambiente.	21.
4.3. Marco Legal Para El Manejo De Los Residuos Sólidos	25.
4.4. Disposición Final de los Residuos Sólidos	28.
• 4.4.1 Relleno Sanitario	29.
• 4.4.2 Ventajas Y Desventaja de los Rellenos Sanitarios.	29.
• 4.4.3 Tipos de Relleno Sanitario	30.
• 4.4.4. Métodos de Construcción de los Rellenos Sanitarios.	31
• 4.4.5 Criterios De Diseño del Relleno Sanitario	33.
• 4.4.6 Origen o procedencia	37.
• 4.4.7 Aspecto demográfico	39.
• 4.4.8 Determinación de volúmenes y Áreas	39.
• 4.4.9 Estudio de suelo	40.
• 4.4.10 Levantamiento topográfico	42.
• 4.4.11 Estudio hidrológico y Producción de Lixiviado	43.
• 4.4.11 Tratamiento de lixiviado	44.
• 4.4.12 Tanques de sedimentación primaria	45.
• 4.4.13 Tanque séptico-Filtro anaeróbico de flujo ascendente	45.
• 4.4.14 Parámetros de diseño de sistemas de tratamientos de Lixiviados aplicados en Nicaragua según normas brasileñas	46.
4.5. Planificación de Infraestructura	46.
4.6. Soluciones alternas y complementarias al relleno sanitario	48.
4.7. Estudio de Impacto Ambiental del Relleno Sanitarios	55.

Capitulo V

5.1. Fase de investigación	60.
5.2 Visita de Campo	61.
5.3 Análisis de información y Diseño del Relleno sanitario.	62.

Capítulo VI

6.1 Memoria de Cálculo y Resultados	64.
-------------------------------------	-----

Capítulo VII

7.1 Manual de Mantenimiento y Operaciones de un Relleno Sanitario	88.
---	-----

- 7.1.1 Consideraciones Básicas para un Adecuado Mantenimiento del Relleno Sanitario. 88.
- 7.1.2 Supervisión y Mantenimiento. 88.
- 7.1.3. Criterios para Monitoreo y Evaluación 90.
- 7.1.4 Indicadores de Productividad 91.
- 7.1.5 Control de Operaciones 92.
- 7.1.6 Control de Construcción 92.

Capítulo VIII

8.1 Estudio de Impacto Ambiental Relleno Sanitario La Paz-Carazo	97.
--	-----

Capítulo IX

9.1 Resultados	102.
----------------	------

Capítulo X

10.1 Conclusiones	103.
-------------------	------

10.2 Recomendaciones	110.
----------------------	------

Bibliografía	107.
--------------	------

Anexos	109.
--------	------

1. 100% de los residuos sólidos
2. 60% de los residuos sólidos
3. 40 % de los residuos sólidos
4. Tasa de infiltración para diferentes suelos
5. Datos Iniciales
6. Datos INETER intensidad máxima de precipitaciones
7. Resultados de la caracterización de los residuos sólidos
8. Encuesta
9. Uso de H-Canales
10. Plano de conjunto del relleno sanitario
11. Plano de curvas de nivel configuración original.
12. Plano de detalle de chimenea y sistema de tratamiento.
13. Datos de curva IDF
14. Curva IDF

Índice de Imágenes.

Imagen 1: Diagrama Esquemático de un Relleno Sanitario	pág.1
Imagen 2: Ubicación del terreno actual	pág.3
Imagen 3: Ubicación del municipio en la geografía nacional.	Pág.7
Imagen 4. Configuración urbana y rural.	Pág.8
Imagen 5: Botadero a Cielo Abierto.	Pág.31
Imagen 6: Método de Trinchera o Zanjas.	Pág.34
Imagen 7: Método de área.	Pág.35
Imagen 8. Método de cuarteo.	Pág.40
Imagen 9: Ejemplo de canal.	Pág.52
Imagen 10: Configuración original del terreno	pág. 67.
Imagen 11: Modificación del terreno	pág. 68
Imagen 12: Condición Actual del Terreno.	Pág.198

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

A medida que las ciudades crecen de forma desordenada la disposición de los residuos sólidos municipales se hace compleja y es un problema común en los países en vías de desarrollo. A esto se agrega la falta de educación sanitaria, poca participación de la población en el desarrollo de su municipio, el cambio de hábito de consumo, la crisis económica y a la debilidad institucional que obligan a reducir los gastos públicos. Lo que genera un deterioro en la calidad de vida.

“El desarrollo de cualquier asentamiento humano está acompañado siempre de una mayor producción de residuos que, al mezclarse, no solo pierden o disminuyen su potencial valor comercial, sino que también afectan la salud de la comunidad y degradan su entorno. En tal sentido, se hace manifiesta la necesidad de buscar soluciones adecuadas para su manejo y disposición final”¹

Los rellenos sanitarios son una manera de disponer de la basura en la tierra sin poner en peligro la salud pública, y se usa en casi todos los países, con diversos grados de éxito. La basura depositada en los rellenos sanitarios puede contener desechos orgánicos, madera, papel y desechos de demolición como ladrillos y piedras. La basura se humedece y compacta a intervalos frecuentes y luego se cubre con una capa de suelo.

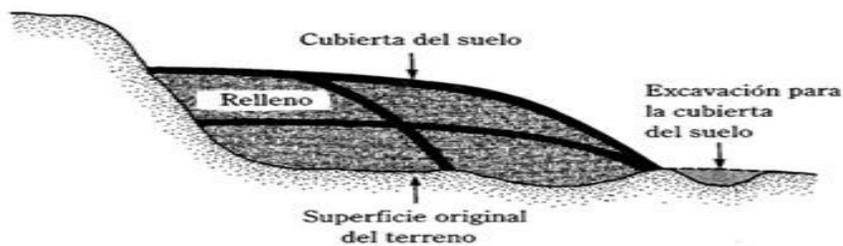


Imagen 1: Diagrama Esquemático de un Relleno Sanitario

¹Guía Para el Diseño ,Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios pág. 3

1.2 Antecedentes.

La Paz-Carazo es uno de los ocho municipios del departamento que no posee un adecuado tratamiento para la disposición final de los residuos sólidos municipales. Según en el informe de diagnóstico de Carlos Ibarra consultor de la Asociación de Municipios de Carazo (AMUC) identifica que el método de tratamiento más utilizado es el soterramiento y la quema esporádica de los desechos en períodos de verano.

El vertedero actual se encuentra a 400 metros del sector urbano, en el costado oeste del camino que va hacia la comunidad “El Naranjo”. El sitio no presta las condiciones técnicas ni ambientales, representando un foco de contaminación permanente afectando las condiciones higiénicas sanitarias de la población.

Tabla 1.1: Diagnóstico de actual vertedero.

LA PAZ DE CARAZO			
Ubicación del Vertedero (UTM):	594938		
	1307389		
Referencia del Sitio:	Camino a la Comunidad de El Naranjo		
El sitio cuenta con un estudio de micro localización:	No		
Área Total (mz)	0,25		
Área Útil (mz)	0,25		
Aval/Permisología	No		
Criterios de Diseño	Norma Técnica	Valores Sitio	Cumplimiento de Normas
Distancia de la Ciudad	x > 1000 m.	0.4 Km.	No
Ubicación vientos	Sotavento	No	No
Distancia de fuentes de Agua	x > 1000 m.	no hay	Si
Vida útil del Diseño	x > 10 años	No	No
Material de cobertura	En el área	No	No
Adquisición	Municipal	Municipal	Si
Puntaje			1

Fuente: Diagnostico de Situación de Residuos Sólidos-Carlos Ibarra 2008

“En invierno la situación es más crítica porque la basura combinada con el lodo hace imposible el tránsito. No hay mantenimiento del basurero Municipal y la Alcaldía no tiene una infraestructura adecuada para su funcionamiento.”²

1.3 Justificación

La Paz Carazo no posee un vertedero de desechos sólidos adecuados, el sitio actual no presta las condiciones técnicas ni ambientales, representando un foco de contaminación permanente afectando las condiciones higiénicas sanitarias de la población.

En el año 2006, la Alcaldía propuso un nuevo sitio a 1 1/2 Km. hacia el norte del vertedero actual camino al Naranjo con las siguientes coordenadas 594938-1307389. Tiene área 10952.24 mts² y un Perímetro 461.95 metros.

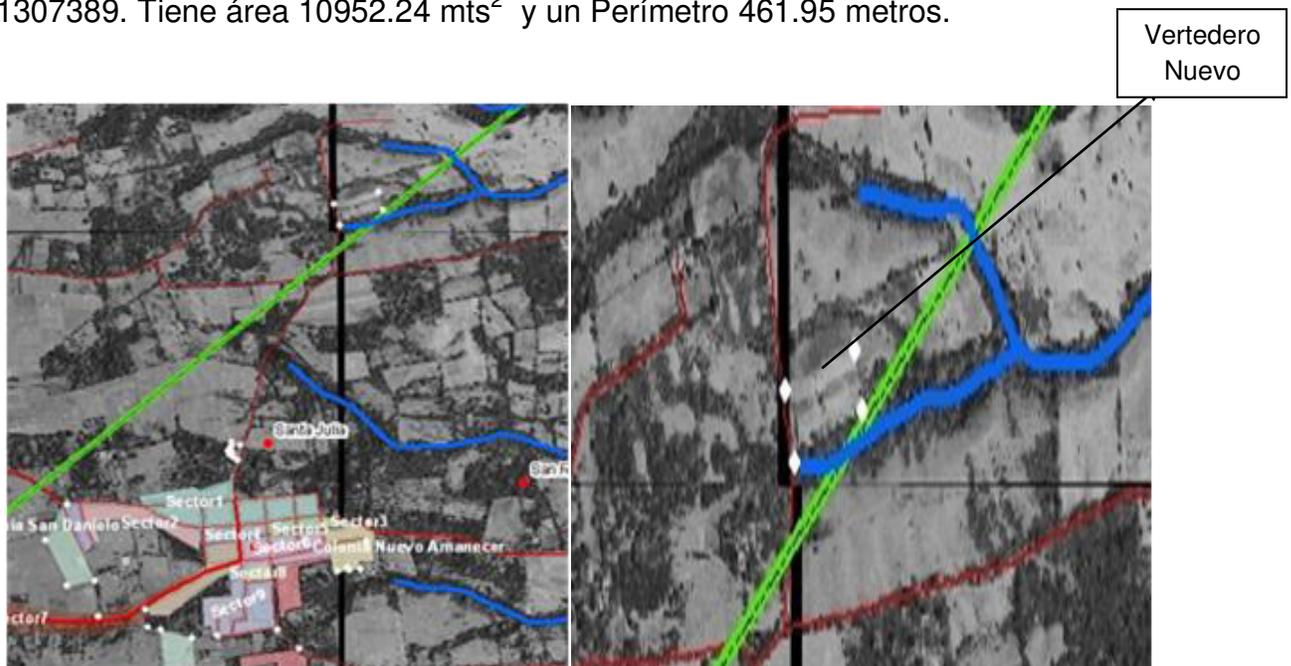


Imagen 2: Ubicación del terreno actual

Con el propósito de tener una mayor claridad sobre los efectos de los desechos sólidos en las personas vamos a distinguir los siguientes riesgos:

² Ficha Municipal del Municipio La Paz Carazo-Sección-Servicios Municipales La Paz-Carazo

- Riesgos directos. Son los ocasionados por el contacto directo con los residuos sólidos (vidrios rotos, metales, jeringas, excrementos de origen humano o animal) a los que son expuestos los recolectores y los segregadores.
- Riesgos indirectos. El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de vectores (moscas, ratas, cucaracha, etc.), portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población.

El efecto ambiental más serio es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de los residuos a ríos y arroyos, así como por el lixiviado, producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

La carencia de este servicio *afecta directamente en las condiciones de salud pública y las condiciones higiénicas sanitarias*

El propósito de este estudio es de mejorar y dar el primer paso en cambiar una cultura en el tratamiento adecuado de la disposición final de los desechos municipales.

CAPÍTULO II

OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar un Relleno Sanitario para la ciudad La Paz Carazo

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1. Efectuar levantamiento topográfico del nuevo sitio donde se ubicara el relleno sanitario de la Paz Carazo
2. Realizar caracterización de los desechos sólidos de la ciudad.
3. Calcular volumen de desechos producidos por la ciudad de La Paz para un periodo de diez años.
4. Establecer área requerida para el relleno sanitario activo.
5. Efectuar Estudio Hidrológico y Análisis de textura de suelo
6. Calcular volumen de lixiviado.
7. Diseñar la infraestructura periférica (vías de acceso, drenaje perimetral de aguas de lluvias).
8. Elaborar Manual de operación y mantenimiento.
9. Identificar el impacto ambiental que se pueda obtener durante toda la etapa.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE LA PAZ-CARAZO.

3.1. Ficha municipal:

Cuadro 3.1: Datos de la municipalidad de La Paz-Carazo.

Nombre del Municipio	La Paz-Carazo.
Nombre del departamento	Carazo.
Fecha de fundación	1858
Posición Geográfica	11° 49' latitud norte y 86° 07' de longitud oeste.
Extensión territorial	15.51 Km ²
Altura al nivel del mar	396 m.s.n.m
Clima	Semi- humedo
Precipitación	Oscila entre los 1.200 y 1.400 mm.
Temperatura	27° - 27.50 C.
Limites	Al Norte: Municipio de Niquinohomo (Dpto. de Masaya). Al Sur: Municipio de Santa Teresa. Al Este: Municipio de Diría y Nandaime (Dpto. de Granada). Al Oeste: Municipio de El Rosario
Densidad Poblacional :	246 Hab/Km ²
Población	5250 (INIDE)
Número de localidades	Urbanas: 9 Sectores. Rurales: 8 localidades
Tasa poblacional	1.2%
Principal actividad económica	Agricultura, Pecuario y en menor escala el Comercio.
Distancia a la capital	A 56 km de Managua.
Geomorfología	Ubicado en el altiplano denominado "la meseta de los pueblos o de Carazo", de topografía irregular con pendientes mayores del 4% desertadas por las corrientes que a través de cañadas o quebradas drenan hacia el Lago Cocibolca.

Fuente: AMUC (Asociación de Municipios de Carazo)

3.2. Aspectos generales:

3.2.1. Aspectos políticos-administrativos:

La Paz de Carazo, es uno de los ocho municipios que conforman el Departamento de Carazo ubicado en el Occidente de la República de Nicaragua, en la zona del Pacífico Sur del país.

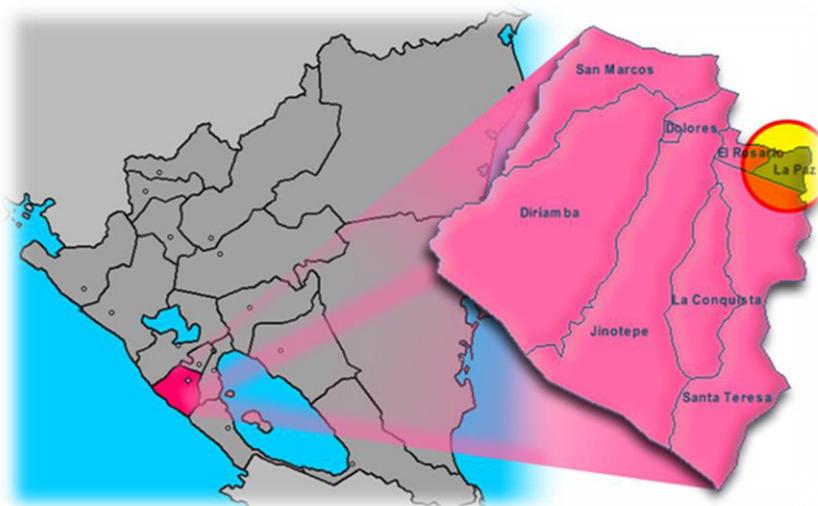


Imagen 3: Ubicación del municipio en la geografía nacional.

Limita al Norte con el Municipio de Niquinohomo (Departamento de Masaya), al Sur con el Municipio de Santa Teresa (Departamento de Carazo), al Este con los Municipios de Dirí y Nandaime (ambos del Departamento de Granada), y al Oeste con el Municipio de El Rosario (Departamento de Carazo).

La cabecera municipal está ubicada a 56 kilómetros al Sur de la ciudad de Managua capital de la República y a 8 kilómetros de la ciudad de Jinotepe, la cabecera departamental. La extensión territorial del Municipio de La Paz de Carazo, es de 19.5 kilómetros cuadrados.

La Paz de Carazo, está dividida territorialmente de la siguiente manera: El área urbana y rural del municipio de La Paz de Carazo, está integrada por:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| 1. Bo. Nuevo Amanecer y sector 6 | 10. Com. Los Cruces |
| 2. Sector del Calvario | 11. Com. Barrio Nuevo Km58 |

- | | |
|--------------------------------|-----------------------|
| 3. Sector Noreste(sectores1-5) | 11. Com. Buena Vista. |
| 4. Colina San Danielo | 13. Com .Los Ángeles. |
| 5. Virgen de Guadalupe. | 14. Com. Santa Cruz. |
| 6. Bo San Francisco. | 15. Com. El Potreron. |
| 7. Sector N° 7. | 16. Com. San Diego |
| 8. Com. San pedro. | 17. Com. La Manzana |
| 9. Com. Esquipulas | 18. Com. El Naranjo |

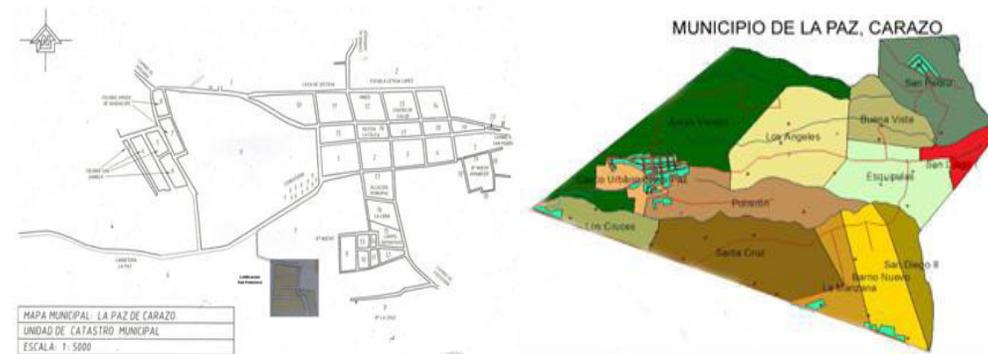


Imagen 4. Configuración urbana y rural

3.2.2 Característica orográfica y relieve:

El municipio de La Paz de Carazo, no posee fenómenos orográficos ni hidrográficos, su territorio es atravesado por cuatro fuentes superficiales de curso intermitente que solo en invierno corre agua, las cuales se denominan: Quebradas El Buen Pastor y El Arroyo, su topografía es totalmente plana.

3.2.3. Clima:

El clima del municipio es semi- húmedo Considerado como zona tropical. Con una temperatura que varía entre los 27º y 27.5º centígrados.

El período lluvioso en la zona se extiende desde mayo a octubre, disminuyendo significativamente la lluvia a partir del mes de Noviembre. En el transcurso de este período de lluvia (mayo – octubre), se presentan dos picos máximos de precipitación, ocurriendo el primer máximo mensual en junio y el segundo máximo mensual en septiembre entre los meses de julio y agosto, habitualmente se presenta una disminución significativa de las precipitaciones, a este período se le

conoce popularmente como “Canícula o Veranillo” y afecta a la región en diferentes grados de severidad.

3.2.4. Geomorfología:

El territorio de La Paz Carazo se encuentra ubicado en el altiplano denominado "la meseta de los pueblos o de Carazo", de topografía irregular con pendientes mayores del 4% desertada por las corrientes que a través de cañadas o quebradas drenan hacia el Lago Cocibolca.

3.2.5 Uso potencial del suelo y sus recursos naturales:

Los suelos son de origen volcánicos, fértiles y profundos, presentan una topografía moderadamente ondulada o escarpada con pendientes del 4 al 50%, su textura es franco arcillosa con suelos de buena calidad, pero presentan limitaciones de erosión hídrica moderada en todo el territorio.

En las comarcas de San Pedro, Buena Vista, Esquipulas y el Naranjo los suelos son utilizados principalmente para el cultivo de granos básicos, sorgo, musáceas y pastos; áreas pequeñas de cultivo de caña de azúcar se encuentran en el Naranjo y de café en San Pedro, Buena Vista y el Naranjo. Los suelos con topografía moderadamente ondulada, ubicados en las Comarcas del Potrerón, la manzana Los Cruces, Santa Cruz y Barrio Nuevo (San José Obrero) son utilizados principalmente para el cultivo de caña de azúcar, el café, granos básicos y pastizales se encuentran en áreas más pequeñas.

3.2.6 Agua:

No hay ríos, existe un sistema de drenaje constituido por la red de quebradas que descienden de los Municipios de El Rosario y Niquinohomo hacia el este, atravesando el Municipio de La Paz-Carazo, para unirse el arroyo de Nandaime, el cual desemboca luego en el Lago Cocibolca las quebradas son conocidas con los nombres del Buen Pastor, el Potrerón, el Cacho y las Pavas.

3.2.7 Calidad de ambiente, contaminación y quema:

Los principales problemas ambientales son causados por el impacto de actividades humanas que se realizan dentro del Municipio provocando afectaciones a la flora, fauna, suelos y calidad ambiental.

Existe una alta deforestación en el Municipio a causa de la expansión de la actividad agrícola de caña de azúcar y en granos básicos, realizadas en su mayoría por hombres, han incidido en la casi desaparición de la vegetación, la cual ha quedado reducida o intervenida en las laderas de las quebradas naturales.

La falta de una cultura de reposición de árboles y el uso intensivo de los suelos para la producción agrícola particularmente en áreas de topografía moderadamente ondulada ubicadas en las comarcas de El Naranjo, San Pedro, Buena Vista, Esquipulas y la zona Este del Potreron, han propiciado la erosión hídrica y eólica observando sus efectos en la aparición de cárcavas, las tierras Agrícolas, la destrucción de caminos rurales en periodo lluvioso y la reducción drástica de niveles productivos en el rubro de granos básicos.

3.3. Aspectos demográficos y socioeconómicos.

3.3.1. Características socioeconómicas de la población³:

Según las estimaciones de población para el 2011 del INIDE, se cuenta con una población total de 5,290 habitantes, con una densidad poblacional de 275 habitantes x Km². La población de La Paz se distribuye en 51% en el área urbana (2698 habitantes) y el 49% en el área rural (2592 habitantes).

El analfabetismo en el municipio es del 13.5%, siendo en el área rural de mayor porcentaje de 19.9%. Con una reducción del 31.2% y 21.4% respectivamente para el área urbana y rural. En cuanto a la asistencia a la escuela presenta porcentaje total para el municipio de 59.3%, por zona de residencia la asistencia a la escuela para lo urbano esta 62% y en el área rural es de un 56%. Las características

³Datos obtenidos de Caracterización Sociodemográfica del departamento de Carazo Pág. 37,42

económicas del municipios, la población económicamente activa oscila en un 37-41% y económicamente desocupada un 3.3%.

En el aspecto sociodemográfico se observa un porcentaje mayor de mujeres en el área urbana con un 50.8% y el área rural 44.9%. Es decir se presenta una relación de 96.8 hombre por cada 100 mujeres.

3.4. Servicios básicos.

3.4.1. Agua potable y servicio de alcantarillado:

El municipio de La Paz de Carazo cuenta con servicio domiciliario de agua potable, cuyo servicio está a cargo de la Empresa Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). Según el levantamiento del Plan de Fortalecimiento Institucional Municipal (PFIM) en el municipio existe un total de 1,051 servicios o conexiones distribuidos de la siguiente forma:

Sector Urbano: 682 conexiones equivalentes al 88% del sector, siendo el déficit del 12%. Sector Rural: 369 equivalentes al 75 % del sector, siendo el déficit del 25%. Es importante hacer notar que en un inventario habitacional de aproximadamente unas 1,262 viviendas, cerca del 83% cuenta con servicio de agua potable.

3.4.2. Energía eléctrica:

El servicio de energía eléctrica es suministrado por la empresa Unión Fenosa. En el municipio existen un total de 1,192 conexiones domiciliarias, que equivalen al 94% de viviendas cubiertas por el servicio (urbano y rural).

Existe un buen servicio de energía en el municipio cubriendo todo el territorio, sólo en el casco urbano y algunas comunidades cuentan con el servicio de alumbrado público.

3.4.3. Transporte intra-municipal:

A nivel municipal existe una cooperativa de taxis llamada "30 Aniversario" que está integrado por 11 taxis y existen 5 microbuses. Todos ellos prestan el servicio

de transporte de La Paz a Jinotepe. Hay una unidad de transporte que presta el servicio de traslado a las comunidades rurales pero no cuenta con las condiciones mecánicas para garantizar el traslado de los pasajeros. La Municipalidad tiene un bus para el traslado exclusivo de estudiantes de la zona rural a la zona urbana.

3.4.4. Vías de acceso:

Existe una buena red de caminos en la zona rural excepto caminos de acceso hacia algunas fincas que están en mal estado debido a que circula mucho ganado en invierno, en el casco urbano están en su totalidad las calles adoquinadas.

La vía principal de acceso al municipio la conforma una carretera asfaltada la cual termina en el centro del poblado con una longitud de 2 km Hay 21 Km., de caminos secundarios. La red vial interna del Municipio de La Paz de Carazo, cuenta con 0.5 Km. de vías de pavimento asfáltico, 0.45 km de adoquinado, 2.7 km de material selecto y los 20.0 km restantes se les revistió con una carpeta de material selecto y hormigón rojo

3.4.5. Telecomunicaciones:

El sistema de telecomunicaciones es brindado por la Empresa Nicaragüense de Telecomunicaciones (ENITEL), la que ofrece los servicios de abonados, telefonía pública dándole este tipo de servicio a la zona urbana y suburbana, las comunidades de la zona rural no poseen este servicio. Actualmente opera en la región la telefonía celular en el área urbana y en las comunidades rurales.

Según el Plan de Fortalecimiento Institucional Municipal (PFIM) 2008 en el municipio de La Paz de Carazo existen un total de 6 conexiones telefónicas domiciliarias. En lo referido a la telefonía celular, la población en general tiene acceso a las dos empresas existentes en el país Claro y Movistar.

El servicio de Correos es ofrecido por la Empresa de Correos de Nicaragua S.A., a través de la oficina de Jinotepe, quien envía a su personal para la entrega de documentos a la población del municipio.

3.4.6. Aspecto de salud:

El municipio de La Paz de Carazo cuenta con un Centro de Salud en el casco urbano ubicado en el Sector # 2. El centro de salud cuenta con dos Equipo de Salud Familiar y Comunitario (ES AFC). Los Equipo de Salud Familiar y Comunitario (ES AFC1) lo integra un médico general, una enfermera profesional y un auxiliar de enfermería atiende una población de 1,883, los Equipo de Salud Familiar y Comunitario (ES AFC2) conformado por un médico, una enfermera profesional y un auxiliar de enfermería atiende una población de 1,670 personas. También cuenta con un puesto de salud en la comunidad de Esquipulas ubicado a 2 KM del casco urbano, atendido por los Equipo de Salud Familiar y Comunitario (ES AFC3).

3.4.7. Drenaje sanitario:

La Paz-Carazo no posee red de alcantarillado sanitario, las aguas que provienen de lavaderos y baños, son vertidos directamente a las calles, siendo Barrio Nuevo uno de los lugares más afectados ya que al estar ubicado en parte baja, recibe todas las aguas servidas del casco urbano. Además del deterioro de la imagen del Municipio, ambos problemas ambientales afectan la salud de la población en general, pues son focos de proliferación de vectores tales como zancudos, ratas, etc.

3.4.8 Recolección y transporte de los desechos sólidos⁴:

La alcaldía brinda el servicio de recolección de desechos sólidos con una frecuencia de 3 días a la semana. Se estima un cantidad de desechos sólidos de 1,733.75m³/año y una recolección de 576 m³/año es decir una eficiencia de 32.33%. Cabe señalar que estos datos son estimación en base a la capacidad del camión. No posee vertedero Municipal autorizado, razón por la cual la población deposita la basura a orillas de un camino público que es foco de contaminación es decir un vertedero a cielo abierto, incumpliendo las normas técnicas nacionales

⁴Fuente diagnóstico de situación de desechos sólidos Carlos Ibarra-2008

establecidas para el manejo adecuado de los desechos sólidos. En raras ocasiones existe separación de basura.

El municipio posee los siguientes equipos de recolección, un camión Hyundai (año 1988), capacidad 6 m³, 6 carretillas y 6 palas. El personal está compuesto por un total de 10 personas de las cuales se divide en un administrador, 6 carretoneros, un conductor y dos ayudantes.

Presenta una eficiencia en el registro del municipio del 38.11% y la eficiencia de gestión y cobro un 56.74%. Los costos de operación son mayores que lo recaudado, por lo que el Servicio de Limpieza Pública no es auto sostenible financieramente.

Este déficit financiero se debe a varios factores tales como la insuficiencia operacional la gestión de cobro por tarifas del servicio de recolección, baja eficiencia en el registro de usuarios servidos, tarifas no actualizadas para cubrir los gastos operativos relacionados a este problema y a la falta de una estrategia para incentivar la cultura de pago de la población.

Cuadro 3.2: Ingresos y egresos de servicio de limpieza pública.

Indicador	La Paz de Carazo
Ingresos totales	C\$ 8730
Costo totales	C\$ 140,515.53

Fuente: Diagnostico de disposición Final de Residuos sólidos-Carlos Ibarra 2008

CAPÍTULO IV

MARCO TEORICO

4.1. Desecho sólidos:

Residuos sólidos, es el material, producto o subproducto que sin ser considerado como peligroso, se descarte o deseche y que sea susceptible de ser aprovechado y Desecho sólidos, es el subproducto residual que se destina a un relleno sanitario porque para su propietario no tiene valor alguno y no es susceptible de ser aprovechado.

Los residuos sólidos pueden ser de origen orgánico e inorgánico.

4.1.1. Desechos orgánicos:

Son biodegradables (se descomponen naturalmente). Son aquellos que tienen la característica de poder desintegrarse o degradarse rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica. Ejemplo: los restos de comida, frutas y verduras, sus cáscaras, carne, huevos.

4.1.2 Desechos inorgánicos:

Son aquellos desechos cuya elaboración proviene de materiales que son incapaces de descomponerse o que tardan tanto en hacerlo que sería inútil considerarlos como tales.

Por ejemplo los plásticos, el vidrio (unos 1000 años) y por supuesto los metales. Una colilla de un cigarro se descompone a los 5 años. Podemos también incluir el papel y el cartón. Se descompondrán, pero no a la rapidez como lo hace una hoja seca o una peladura de naranja.

Otros materiales tienen el problema de ser compuestos en su elaboración con la mezcla de varios productos, lo que hace que sea muy difícil su reciclaje. Este tipo de materiales, como los tetrabriks (Es un envase mixto multicapa que se compone de tres materiales diferentes de cartón, plástico polietileno, aluminio) acaban en los depósitos de desechos sólidos inorgánicos.

4.1.3 Clasificación de los residuos sólidos por origen.

a).Residuos municipales:

Son todos aquellos que se originan en las actividades domésticas, comerciales y colectivas, incluyendo basura de calles y lugares públicos. La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población.

Los desechos sólidos domésticos también llamados residuos sólidos urbanos, son un tipo de residuo que incluye principalmente los residuos domésticos (basura doméstica) a veces con la adición de productos industriales procedentes de un municipio o de una zona determinada.

Estos desechos, ya sean en estado sólido o en forma semisólida, en general, excluyendo los desechos peligrosos industriales, hacen referencia a los residuos que quedan procedentes de los hogares y que contienen materiales que no se han separado o enviado para su reciclaje.

Estos se clasifican:

- Los desechos biodegradables: Los productos derivados de la alimentación y de la cocina, residuos verdes, el papel (también puede ser reciclado).
- Material reciclable: papel, vidrio, botellas, latas, metales, algunos plásticos, etc.
- Desechos inertes: Los materiales sobrantes del mundo de la construcción y la demolición, suciedad, piedras, escombros.

- Desechos compuestos: Desechos de prendas de vestir y los desechos de plástico como juguetes.
- Desechos domésticos peligrosos (también llamados "residuos peligrosos del hogar") y los desechos tóxicos: Medicamentos, desechos electrónicos, pinturas, productos químicos, bombillas, tubos fluorescentes, aerosoles, fertilizantes y plaguicidas, baterías, betún de zapatos.

b). Residuos industriales:

Son todos aquellos que se originan en las actividades industriales, incluyendo residuos de construcción y demolición.

Los desechos sólidos industriales son parte de la recogida selectiva de residuos domésticos y similares, pero los términos y condiciones de tratamiento son los mismos, estos residuos no tienen agentes tóxicos o peligrosos y la manipulación o el almacenamiento no requieren precauciones especiales.

Materiales de los desechos sólidos industriales: Madera. Papel y cartón, Metales, Plásticos, Vidrio, Caucho, Textiles / cuero y Desechos orgánicos.

c). Residuos peligrosos:

Son todos aquellos que presentan un peligro potencial para la salud tanto humana como de animales y plantas y son clasificados de esta manera cuando presentan cualquiera de las características de inflamabilidad, corrosividad, reactividad o toxicidad.

El término comprende a los desechos peligrosos derivados de todos los productos químicos tóxicos, materiales radiactivos, biológicos y de partículas infecciosas.

Estos materiales amenazan a los trabajadores a través de la exposición en sus puestos de trabajo. así mismo a todo el público en general en sus hogares, comunidades y medio ambiente. La exposición a estos desechos puede ocurrir

cerca del lugar de origen de la producción del desecho, o a lo largo de la ruta de acceso de su transporte, y cerca de sus sitios de disposición final. La mayoría de los residuos peligrosos son el resultado de los procesos industriales que producen subproductos, productos defectuosos, o materiales derramados sin querer o queriendo al medio.

Naturaleza de los residuos peligrosos: Aceites, Pilas y baterías, Amianto Desechos tóxicos en cantidades dispersas, Residuos de arsénico, cianuro, mercurio o cromo, Planta de residuos, Productos de acero, Disolventes, Lodos industriales.

d). Residuos sólidos hospitalarios:

Son desechos que provienen del uso de la medicina. Se refiere normalmente a los productos de desecho que no pueden considerarse residuos en general, producidos a partir de la atención sanitaria en locales, tales como los hospitales.

La eliminación de estos residuos es de gran preocupación por parte del medio ambiente, ya que muchos desechos médicos están clasificados como infecciosos o peligrosos para la salud y podrían potencialmente llegar a la propagación de enfermedades infecciosas.

Ejemplos de desechos infecciosos son los análisis de sangre, aquellos instrumentos potencialmente contaminados, como agujas y bisturís. Los desechos infecciosos a menudo se incineran, y suelen ser esterilizados para que sean almacenados en un vertedero.

Además de los hospitales, médicos locales pueden producir una variedad de residuos peligrosos como productos químicos, incluidos los materiales radiactivos utilizados en las radiografías y otros procesos médicos. Si bien esos desechos normalmente no son infecciosos, pueden ser clasificados como desechos peligrosos, y requieren su eliminación adecuada.

4.2. Manejo de los residuos sólidos⁵

Es el conjunto de procedimientos y políticas que conforman el sistema de manejo de los residuos sólidos. La meta es realizar una gestión que sea ambiental y económicamente adecuada.

“En la Agenda 21 de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD-92) realizada en 1992 en Brasil, se estableció que el manejo de los residuos debe incluir la minimización en la producción, la separación, el reciclaje, la recolección, el tratamiento biológico, químico, físico o térmico y la disposición final adecuada. También se reiteró, que cada país y cada ciudad deberá establecer sus programas para lograr lo anterior, de acuerdo a sus condiciones locales y sus capacidades económicas y sociales, de conformidad con las metas a corto y mediano plazo”.

El sistema de manejo de los residuos sólidos se compone básicamente de los siguientes componentes:

- **Generación.** Cualquier persona o institución cuya acción cause la transformación de un material en un residuo. Una institución usualmente se vuelve generadora cuando sus actividades y procesos da como resultado un residuo o cuando no utiliza más un material.
- **Separación.** Es el proceso de agrupación de los residuos no seleccionados a través de medios manuales y/o mecánicos para transformar residuos heterogéneos en diferentes grupos relativamente homogéneos. Es recomendable hacer este proceso en la fuente de origen de los residuos y no en el vehículo de recolección o la estación de transferencia.
- **Almacenamiento temporal.** Es la forma en que los residuos son acumulados durante un tiempo determinado antes de su recolección. Los recipientes utilizados para el almacenamiento temporal están en función del tipo de recolección a realizarse.

⁵ Fuente: Plan Integral de Manejo de Residuos Sólidos .págs. 5-7

- Barrido de calles. Existen dos formas de realizar el barrido de calles, de forma manual y mecánica. El barrido mecánico requiere de mano de obra calificada, buen estado físico de las calles y un servicio adecuado de mantenimiento. A diferencia del barrido manual, que es empleado en todo el país, a pesar de sus bajos rendimientos ya que sólo se limita a las principales calles.
- Recolección y transporte. Es aquel medio que recoge el residuo y lo lleva a un sitio de transferencia, botadero a cielo abierto o disposición final.
- Tratamiento y disposición final. El tratamiento, incluye la selección y aplicación de tecnologías apropiadas para el control y tratamiento de los residuos peligrosos o de sus constituyentes. Estos pueden ser: pre-tratamiento mecánico (trituration y compactación) tratamiento térmico (incineración, pirolisis y gasificación) tratamiento biológico (compostaje, lombricultura y digestión anaerobia o mecanización). Respecto a la disposición final, la alternativa comúnmente más utilizada es el relleno sanitario manual y/o mecanizado.

4.2.1. Efecto de una adecuada gestión de residuos sólidos.

- Contribuye en la prevención de las enfermedades y en la mejora de la estética pública.
- Promueve y fomenta el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos.
- Mitiga los impactos ambientales negativos originados por el inadecuado manejo de residuos.
- Promueve la participación de la población e instituciones estatales y privadas en las iniciativas de mejoramiento del sistema de gestión de los residuos
- Incrementa el nivel de educación ambiental en la población.
- Permite la instalación de estructuras gerenciales apropiadas para la gestión ambiental de los residuos.

4.2.2. Efectos negativos de una inadecuada gestión de los desechos sólidos en el ambiente.

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada; sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas de ellas, al lado de otros factores, principalmente por vías indirectas.

Para comprender con mayor claridad sus efectos en la salud de las personas, es necesario distinguir entre los riesgos directos y los riesgos indirectos que provocan.

a). Riesgos directos: Son los ocasionados por el contacto directo con la basura, por la costumbre de la población de mezclar los residuos con materiales peligrosos tales como: vidrios rotos, metales, jeringas, hojas de afeitar etc.

b). Riesgos indirectos: El riesgo indirecto más importante se refiere a la proliferación de animales, portadores de microorganismos que transmiten enfermedades a toda la población, conocidos como vectores. Estos vectores son, entre otros, moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que, además de alimento, encuentran en los residuos sólidos un ambiente favorable para su reproducción, lo que se convierte en un caldo de cultivo para la transmisión de enfermedades, desde simples diarreas hasta cuadros severos de tifoidea u otras dolencias de mayor gravedad.

Las moscas. Su ciclo de reproducción depende de la temperatura ambiental. Pueden llegar a su estado adulto en un lapso de entre 8 y 20 días y su radio de acción puede ser de 10 km en 24 horas. Su medio de reproducción está en los excrementos húmedos de humanos y animales (criaderos, letrinas mal construidas, fecalismo al aire libre, lodos de tratamiento, basuras, etc.). Se estima que un kilogramo de materia orgánica permite la reproducción de 70.000 moscas.

Las condiciones de insalubridad resultantes del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales siguen en importancia a aquellas causadas por las excretas humanas y amenazan peligrosamente la salud pública.

La basura es la fuente principal de reproducción de la mosca doméstica, que transmite enfermedades y causa la muerte de millones de personas en todo el mundo.

Por tanto, el elemento clave para el control de la mosca doméstica es un buen almacenamiento, seguido de la recolección y disposición sanitaria final de la basura en rellenos sanitarios.

Las cucarachas. Existen desde hace 350 millones de años y, dada su extraordinaria resistencia a la mayoría de los insecticidas y capacidad de adaptación.

Viven alrededor de los recipientes de basura, en los mostradores de cocina, cerca de la mesa del comedor y en los baños. Se alimentan de desperdicios y caminan durante la noche sobre la comida, animales dormidos o los seres humanos, contaminándolos con sus vómitos y excrementos. Transmiten más de 70 enfermedades y cerca de 8% de la población humana es alérgica a ellas y desarrolla graves dolencias respiratorias si se exponen a lugares frecuentados por estos bichos.

Las ratas. A través de los siglos han acompañado al hombre en la Tierra y siempre han sido consideradas como una de las peores plagas. Además de transmitir graves enfermedades como la leptospirosis, salmonelosis, peste y parasitismo, también atacan y muerden a los seres humanos. Las ratas causan importantes daños en la infraestructura eléctrica y telefónica de las ciudades, ya que pelan y se comen los cables de las respectivas redes, lo que ocasiona un buen número de incendios. También contribuyen al deterioro y a la contaminación de buena parte de los alimentos. Se reproducen rápidamente. Dan de seis a doce crías por camada y una pareja de ratas llega a tener hasta 10.000 descendientes por año.

Asimismo, se puede afirmar que otro factor que pone en riesgo la salud pública y que, por tanto, obliga a disponer correctamente los residuos sólidos es la alimentación de animales con basura (vacas, cerdos, cabras, aves) sin vigilancia sanitaria. Esta práctica no es recomendable, ya que se corre el riesgo de propagar diversos tipos de enfermedades, pues no debemos olvidar que estos residuos suelen estar mezclados con desechos infecciosos provenientes de hospitales y centros de salud o de otros lugares contaminados donde la basura se descarga sin ninguna separación previa ni tratamiento.

c).Efectos en el ambiente:

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de los residuos sólidos municipales lo constituye el deterioro estético de las ciudades, así como del paisaje natural, tanto urbano como rural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura arrojada sin ningún control, va en aumento; es cada vez más común observar botaderos a cielo abierto o basura amontonada en cualquier lugar.

d).Contaminación del agua:

El efecto ambiental más serio pero menos reconocido es la contaminación de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, por el vertimiento de basura a ríos y arroyos, así como por el líquido percolado (lixiviado), producto de la descomposición de los residuos sólidos en los botaderos a cielo abierto.

Es necesario llamar la atención respecto a la contaminación de las aguas subterráneas, conocidas como mantos freáticos o acuíferos, puesto que son fuentes de agua de poblaciones enteras. Las fuentes contaminadas implican consecuencias para la salud pública cuando no se tratan debidamente y grandes gastos de potabilización.

La descarga de residuos sólidos a las corrientes de agua incrementa la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, aumenta los nutrientes que propician el desarrollo de algas y dan lugar a la eutrofización, causa la muerte de peces,

genera malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso. Por tal motivo, en muchas regiones las corrientes de agua han dejado de ser fuente de abastecimiento para el consumo humano o de recreación de sus habitantes.

La descarga de la basura en arroyos y canales o su abandono en las vías públicas, también trae consigo la disminución de los cauces y la obstrucción tanto de estos como de las redes de alcantarillado. En los periodos de lluvias, provoca inundaciones que pueden ocasionar la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, lo que es más grave aún, de vidas humanas.

e).Contaminación del suelo:

Otro efecto negativo fácilmente reconocible es el deterioro estético de los pueblos y ciudades, con la consecuente desvalorización, tanto de los terrenos donde se localizan los botaderos como de las áreas vecinas, por el abandono y la acumulación de basura. Además, la contaminación o el envenenamiento de los suelos es otro de los perjuicios de dichos botaderos, debido a las descargas de sustancias tóxicas y a la falta de control por parte de la autoridad ambiental.

f).Contaminación del aire:

Los residuos sólidos abandonados en los botaderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, que reducen la visibilidad, y del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.

h).Riesgos para el desarrollo social:

Las difíciles condiciones económicas, las migraciones rurales, en suma, la pobreza, han convertido los recursos contenidos en la basura en el medio de subsistencia de muchas personas con sus familias.

i). Riesgos para el desarrollo urbano:

Las autoridades se quejan habitualmente de la falta de disciplina social y cívica de la población y, por su parte, esta se queja de la incapacidad de las instituciones públicas para cumplir su papel. El primer reclamo de los sectores populares se refiere a la cobertura. Los indicadores de cobertura son engañosos porque representan el número de usuarios que contribuye con una tarifa y no se refieren a la calidad del servicio. De esta manera, muchos pagan pero no reciben el servicio, y otros sencillamente ni lo pagan ni lo reciben por encontrarse su vecindario en una situación de ilegalidad en relación con las tierras o los servicios públicos.

La inadecuada disposición de residuos sólidos municipales también es fuente de deterioro de los ecosistemas urbanos de borde, como tierras agrícolas, zonas de recreación, sitios turísticos y arqueológicos, entre otros. Ello, a su vez, afecta a la flora y fauna de la zona.

Esta situación debe apreciarse como parte de la carencia de políticas urbanas, reflejadas en el evidente agravamiento de las condiciones habitacionales durante los últimos años.

Es común que los botaderos a cielo abierto se sitúen en las áreas donde vive la población económicamente más pobre, lo que aumenta el grado de deterioro de todas las condiciones y, en consecuencia, devalúa las propiedades, lo que constituye un obstáculo para el desarrollo urbano de la ciudad.

4.3. Marco legal para el manejo de los residuos sólidos.

Las normativas que regulan el manejo de residuos sólidos a nivel nacional, publicadas en el Diario Oficial La Gaceta, son las siguientes:

Constitución Política de Nicaragua. Establece en el artículo 60 que los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable y que es obligación del Estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y de los recursos naturales.

Ley 217: Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales. El objetivo de esta ley es establecer las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales. Con relación a los residuos sólidos, establece las siguientes disposiciones:

Artículo 129: Las Alcaldías operaran sistemas de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos del municipio, observando las normas oficiales emitidas por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) y el Ministerio de Salud (MINSA), para la protección del ambiente y la salud.

Artículo 130: *El Estado fomentara y estimulara el reciclaje de residuos domésticos y comerciales para su industrialización,* mediante los procedimientos técnicos y sanitarios que aprueben las autoridades competentes.

Decreto 9-96: Reglamento de la Ley General sobre Medio Ambiente y los Recursos Naturales. Este reglamento establece las siguientes disposiciones relacionadas con la gestión de los residuos:

Artículo 95: MARENA, en coordinación con el MINSA y las Alcaldías, emitirá las normas ambientales para el tratamiento, disposición final y manejo ambiental de los residuos sólidos no peligrosos y la correspondiente normativa ambiental para el diseño, ubicación, operación y mantenimiento de botaderos y rellenos sanitarios de residuos sólidos no peligrosos.

Artículo 96: MARENA, en coordinación con el Ministerio de Energía promoverá el reciclaje, la utilización y el reúso de los residuos sólidos no peligrosos.

Artículo 97: MARENA en coordinación con las Alcaldías promoverá el reciclaje, la utilización y el reúso de los residuos sólidos no peligrosos.

Artículo 269: En el inciso 8, establece la función de la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA) del MARENA: regular, controlar, normar y establecer procedimientos ambientales para el manejo de residuos sólidos municipales, comerciales, industriales y agrícolas en coordinación con las autoridades

territoriales y proponer técnicas alternativas de tratamiento, reciclaje, reutilización y reducción.

Ley 40: Ley de Municipios y Ley 261: Reforma e Incorporación a la Ley de Municipios. Dispone en el artículo 7 que el Gobierno Municipal tendrá, entre otras, la competencia de promover la salud e higiene de la población y que para tales fines deberá realizar la limpieza pública por medio de la recolección, tratamiento y disposición de los residuos sólidos; además deberá promover y participar en campanas de higiene y salud preventiva en coordinación con los organismos correspondientes.

Decreto 47-05: Política Nacional de Manejo de Residuos Sólidos. Tiene por objeto establecer la Política Nacional sobre la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Peligrosos y No Peligrosos para el periodo 2005-2023, así como los principios y lineamientos que la integran, definiciones, planes, acciones y estrategias para su implementación en el territorio nacional; incorporando los aspectos técnicos, administrativos, económicos, ambientales y sociales dirigidos a evitar y minimizar la generación de los mismos, fomentando su valorización y reduciendo la cantidad de residuos destinados a disposición final, a fin de prevenir y reducir sus riesgos para la salud y el ambiente, disminuir las presiones que se ejercen sobre los recursos naturales y elevar la competitividad de los sectores productivos, en un contexto de desarrollo sustentable y de responsabilidad compartida.

NTON 05 013-01: Norma Técnica para el Control Ambiental de los Rellenos Sanitarios para Residuos Sólidos No-Peligrosos. El objetivo de esta norma es establecer los criterios generales y específicos, parámetros y especificaciones técnicas ambientales para la ubicación, diseño, operación, mantenimiento y cierre de la disposición final de los residuos sólidos no peligrosos en rellenos sanitarios.

NTON 05 014-01: Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Residuos Sólidos No-Peligrosos. El objetivo de esta norma es establecer los criterios técnicos y ambientales que deben cumplirse, en

la ejecución de proyectos y actividades de manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, a fin de proteger el medio ambiente.

4.4. Disposición final de los residuos sólidos.

En los últimos años, la basura se ha convertido en un gravísimo problema propio de las ciudades muy pobladas, en las cuales la mayoría de la población está pobremente educada en lo concerniente al manejo de la basura.

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc.

Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones infrahumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores. La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes.



Imagen 5: Botadero a Cielo Abierto

Por tal razón se ha buscado la tecnología adecuada para la disposición final de la basura, entre los cuales los rellenos sanitario.

4.4.1. Relleno sanitario

La definición más aceptada de relleno sanitario es la dada por la sociedad de ingenieros civiles (ASCE) ; " *Relleno sanitario es una técnica para la disposición de residuos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestias o peligro para la salud y seguridad pública, método este, que utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo menor posible, reduciendo su volumen al mínimo practicable, para cubrir los residuos así depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al final de cada jornada*"

4.4.2. Ventajas y desventaja de los rellenos sanitarios

En el presente cuadro se realiza la correspondiente comparación de uso de los rellenos sanitario:

Cuadro 4.1: Desventajas y ventajas de un relleno sanitario

Ventajas	Desventajas
Es con frecuencia el sistema de eliminación de desechos sólidos más económico.	Posible dificultad de conseguir el terreno adecuado.
La inversión inicial es baja comparada con la de otros métodos de eliminación.	Facilidad de transformarse en botadero abierto.
En el relleno sanitario se puede eliminar toda clase de basuras.	Necesita permanente supervisión.
Genera empleo de mano de obra poco calificada	Los predios situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.

El método del relleno sanitario tiene otras ventajas adicionales, como por ejemplo; el equipamiento y los materiales utilizados se localizan localmente o

regionalmente, el personal utilizado, no requiere de una especialización y capacitación compleja, y por último la rapidez para desarrollar su construcción y operación.

4.4.3 Tipos de relleno sanitario

Dependiendo de las cantidades de los desechos y la capacidad de las ciudades se presenta tres tipo de relleno sanitarios:

a). Relleno sanitario manual: técnica que trata los rellenos sanitarios de manera manual para poblaciones menores de 40,000 habitantes y producción de desechos menores de 20 toneladas por día.

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.

b). Rellenos sanitarios mecanizados: sistema de tratamiento por medio del relleno sanitario con maquinaria, para poblaciones mayores de 40,000 habitantes y producciones mayores de 20 toneladas por día.

Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento.

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, volquete, etc.

c). Relleno sanitario semi-mecanizado: Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de RSM 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.

4.4.4. Métodos de construcción de los rellenos sanitarios.

El método constructivo y la subsecuente 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 básicas de construir un relleno sanitario.

a). Método de trinchera o zanja

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos a tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor oruga. La tierra se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra.

Se debe tener especial cuidado en periodos de lluvias dado que las aguas pueden inundar las zanjas. De ahí que se deba construir canales perimétricos para captarlas y desviarlas e incluso proveer a las zanjas de drenajes internos. En casos extremos, se puede construir un techo sobre ellas o bien bombear el agua acumulada. Sus taludes o paredes deben estar cortados de acuerdo con el ángulo de reposo del suelo excavado.

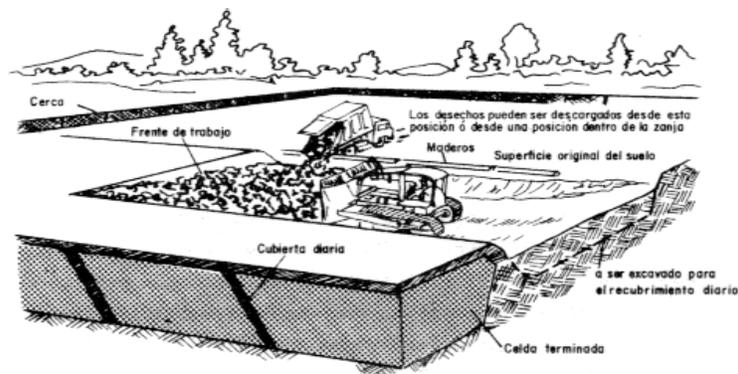


Imagen 6: Método de Trinchera o Zanjas

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación.

En la actualidad, se ha introducido un sistema, que ayuda a prevenir la contaminación de los acuíferos, mediante la colocación de una capa de cobertura gravosa y luego mediante membranas (que es material plástico de especificaciones determinadas y de muy altos costos) que en alguna medida impiden el paso de los contaminantes al suelo.

b). Método de área

Este sistema se emplea en áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar la basura. Estos pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros; en estos casos, el material de cobertura debe ser traído de otros lugares, lo que significa un incremento en los costos de disposición.

Este tipo de relleno también sirve para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad, el material de cobertura se excava de las laderas del terreno o en su defecto se debe procurar traer lo más cerca posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte.



Imagen 7: Método de área

La operación de construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba. El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del

terreno, es decir, la basura se vacía en la base del talud, se extiende y apisona contra él, y se recubren diariamente con una capa de tierra no menor a 10 cm y de preferencia de 30. Se trabaja conservando una pendiente no menor a treinta grados en el talud y de uno a dos grados en la superficie. Ambas técnicas se pueden combinar, logrando un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

4.4.5 Criterios de diseño del relleno sanitario.

Como punto de partida de un diseño del relleno sanitario es conocer la generación de basura que la población de la zona de estudio genera por día.

a) La Generación de residuos sólidos

Es la cantidad de residuos originados por una determinada fuente en un intervalo de tiempo determinado; los principales factores que influyen en ella, son la localización geográfica, la estación del año, la frecuencia de recolección, el alcance de las operaciones de recuperación y reciclaje, la legislación y las características y actitudes de la población.

Una variable necesaria para dimensionar el sitio de disposición final es la **llamada Producción per cápita (PPC)**. Este parámetro asocia el tamaño de la población, la cantidad de residuos y el tiempo; siendo la unidad de expresión el kilogramo por habitante por día (Kg/ha/día).

Además de la generación, también es importante estudiar la Composición Física de los residuos sólidos para describir los componentes individuales que constituyen el flujo de residuos y su distribución relativa, usualmente basados en porcentajes de peso.

El conocimiento sobre la composición y cantidad de residuos sólidos, generados por una población determinada, es la información fundamental utilizada en la evaluación de alternativas sobre las necesidades de equipos, sistemas, planes y programas de manejo, especialmente en lo que respecta a la implementación de opciones para la disposición y recuperación de materiales de los residuos.

Según Acurio, Rossin, Teixeira y Zepeda (1997) en los países de bajos ingresos, como el caso de Nicaragua, los valores de PPC oscilan entre 0.4 – 0.6 Kg/ha/día.

Otra característica relevante es la **Densidad de los residuos sólidos**, ésta es un valor fundamental para dimensionar los recipientes de almacenamiento, tanto de los hogares como de la vía pública; igualmente, es un factor básico que marca los volúmenes de los equipos de recolección y capacidad de los rellenos. Al igual que la generación, la densidad varía significativamente con la ubicación geográfica, estación del año y tiempo de almacenamiento.

Según Acurio, Rossin, Teixeira y Zepeda (1997) los residuos sólidos de América Latina presentan densidades que alcanzan valores de 125 a 250 Kg/m³ cuando se mide suelta, de 375 a 550 Kg/m³ cuando está en el camión compactador y de 600 a 1.000 Kg/m³ cuando se compacta en los rellenos sanitarios.

La obtención de la producción per cápita se realiza a través de una caracterización del municipio. El objetivo de este estudio es generar información cualitativa y cuantitativa, utilizando métodos de muestreo estadístico y análisis señalados, para la determinación de la generación Per. Cápita, peso volumétrico y el porcentaje de productos recuperables y no recuperables.

El procedimiento a seguir:

- Definición de población, son todas las viviendas particulares y establecimientos comerciales del distrito bajo estudio.
- División de la población en estratos.
- Utilización de la generación per cápita, como se considera que la población está conformada N viviendas, las mismas que tienen R_i habitantes y producen W_i kg de basura en un día. Así se tiene que cada una produce $X_i = W_i / R_i$ kg/ha/d.

b) Metodología para el análisis de la basura

- Seleccionar de manera aleatoria las viviendas a muestrear, con ayuda del plano catastral de la localidad o el padrón de usuarios del servicio.
- Definir de manera coordinada con los funcionarios municipales, el lugar donde se llevará a cabo el trabajo de caracterización.
- Definir los objetivos y la metodología de trabajo a desarrollar, indicando a los participantes que el muestreo se llevará a cabo en ocho días.
- Registrar el nombre de la persona responsable, la dirección y el número de habitantes por vivienda seleccionada.
- Entregar las bolsas vacías a los propietarios de cada vivienda seleccionada, pedirles que depositen en ellas los residuos generados en la vivienda, y que procuren no cambiar las costumbres o rutina diaria.
- Recoger las bolsas con residuos al día siguiente y entregar otras bolsas vacías a cambio. Procurar que esta actividad se efectúe aproximadamente a la misma hora en que se entregaron las bolsas el día anterior.
- Marcar las bolsas para su identificación; colocarles etiquetas donde se especifique el número de vivienda, el número de habitantes por vivienda, la dirección y la fecha.
- Llevar las bolsas con residuos recolectadas al lugar donde se hará la caracterización de dichos residuos y continuar con el procedimiento detallado en el siguiente punto.

c) Determinación de la generación per cápita y generación total diaria de los residuos sólidos.

Se utiliza el total de residuos recolectados por día de muestreo. Se pesa diariamente (w_i) la totalidad de las bolsas recogidas durante los días que dure el muestreo (se indica que para el primer día de muestreo se elimina el residuo recolectado sin considerar sus datos para el análisis). Este peso representa (W_t) la cantidad total de basura diaria generada en todas las viviendas.

En función a los datos recopilados sobre número de personas por vivienda (n_i), se determina el número total de personas que han intervenido (N_t) en el muestreo.

Se divide el peso total de las bolsas (W_t) entre el número total de personas (N_t) para obtener la generación per cápita diaria promedio de las viviendas muestreadas (kg/ha/día). Para determinar la generación total diaria se multiplica la generación per cápita por el número de habitantes de la localidad.

d) Determinación de la composición física de los residuos sólidos

Para realizar este trabajo se utiliza la muestra de un día. Se deben colocar los residuos en una zona pavimentada o sobre un plástico grande, con la finalidad de no combinar los residuos con tierra. Se rompen las bolsas y se vierte el desecho formando un montón. Con la finalidad de homogenizar la muestra, se trozan los residuos más voluminosos hasta conseguir un tamaño que resulte manipulable: de 15 cm o menos. El montón se divide en cuatro partes (método de cuarteo) y se escogen las dos partes opuestas (lados sombreados de la figura que se muestra a continuación) para formar un nuevo montón más pequeño. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes nuevamente, luego se escogen dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 kg de basura o menos.

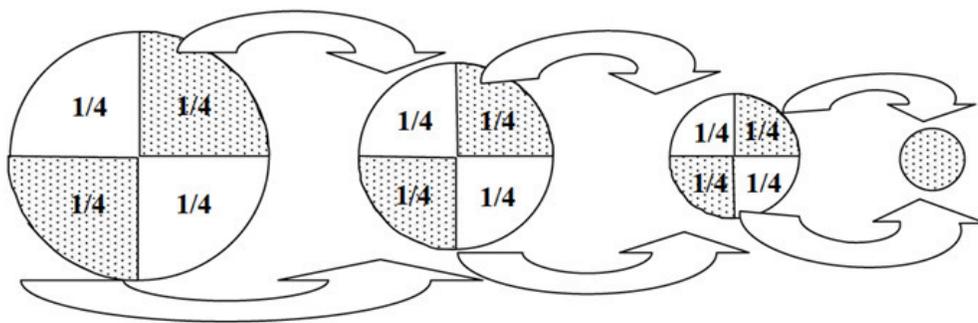


Imagen 8. Método de cuarteo

Se separan los componentes del último montón y se clasifican en:

- Papel y cartón
- Madera y follaje

- Restos de alimentos
- Plásticos
- Metales
- Vidrio
- Otros (caucho, cuero, tierra, etc.).

Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada componente P_i .

4.4.6 Origen o procedencia.

Los RSM en las áreas urbanas de las pequeñas poblaciones se pueden clasificar según su procedencia: residencial, comercial, industrial, barrido de vías y áreas públicas, mercado e institucional.

a) Sector residencial

La basura residencial (o desechos sólidos domésticos) está compuesta principalmente de papel, cartón, latas, plásticos, vidrios, trapos y materia orgánica.

En los estudios realizados sobre producción de basura en pequeñas localidades (menos de 40.000 habitantes), no se han encontrado grandes diferencias entre los diferentes estratos socioeconómicos de la población.

b) Sector comercial

Con algunas excepciones (poblaciones en las zonas de frontera y sitios turísticos), el comercio no representa altos índices en la producción de RSM, 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).

c) Sector industrial

La actividad industrial suele ser baja y de tipo artesanal, compatible con el uso residencial, de manera que es de esperar que sus desechos sólidos no presenten características especiales. Por ende, salvo pocas excepciones, no es significativa para el análisis de estas pequeñas poblaciones.

d) Plaza de mercado

La zona de mercado presenta un carácter más definido, dado que allí 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 muy pequeña es material de empaque; para estos desechos puede ser recomendable la producción de compostaje con métodos manuales.

e) Barrido de vías y áreas públicas

El servicio de barrido de vías y limpieza de áreas públicas —tales como el parque principal, los alrededores de la plaza de mercado, ferias y playas— contribuyen a la producción de desechos. Estos están compuestos básicamente de hojas, hierba, cáscaras de frutas, además de papeles, plásticos, latas, vidrios, palos y un alto contenido de tierra.

f) Sector institucional

Para el caso de establecimientos especiales como escuelas y colegios, se puede considerar, sin gran margen de error, que la generación de desechos sólidos no es muy significativa con respecto al resto; su composición es similar a las anteriores.

Los hospitales o centros de salud en estas poblaciones suelen ser instituciones clasificadas como del primer nivel de atención, poco especializadas y con un mínimo número de camas, aunque en algunos casos son de mediana magnitud. De ahí que no incidan de manera significativa en la generación total de residuos sólidos. Sin embargo, en cuanto al tipo de desechos que producen, es necesario distinguir entre los clasificados como de origen residencial (limpieza, cocina,

basura común) y los originados por sus actividades específicas y que son potencialmente infecciosos: materiales punzocortantes y de curación, vísceras provenientes del quirófano, etc., todos estos llamados residuos biológico-infecciosos, para los cuales se sugiere un manejo, un tratamiento y una disposición final especiales.

4.4.7. Aspecto demográfico.

Es necesario conocer el número de habitantes meta para definir las cantidades de RSM que se han de disponer.

Es además de suma importancia estimar la producción en el futuro, para definir las cantidades de desechos sólidos que se deben disponer durante el período de diseño, lo cual conlleva a realizar una proyección de la población, al igual que en cualquier obra de servicio público.

La obtención de estos es posible a través de métodos geométricos (expansión biológica el cual asume una tasa de crecimiento constante) o a través de datos estadísticos que disponga el municipio. La institución encargada de realizar estos tipos de estudios es INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo), el cual elabora a cada diez años censo nacionales.

4.4.8. Determinación de volúmenes y áreas.

a) Volúmenes

Estos se encuentran en función de la producción diaria de desecho sólidos ya sea un 100% o una parte recolectada, así como la densidad y el material de cobertura.

b) Área requerida

Con el cálculo de volumen se puede estimar el área necesaria de relleno activo, estimando la profundidad del relleno con conocimiento pleno de la topografía del sitio.

Podemos decir que el área requerida está en función

- Cantidad de solidos a disponer.
- Cantidad de material de cobertura.
- Densidad de compactacion de los solidos.
- Capacidad volumetrica del sitio.
- Area adicionales para construcciones de obras complementarias.

c) Material de cobertura

Una de las diferencias fundamentales entre relleno sanitario y un botadero a cielo abierto es la utilizacion de material de cobertura para separar adecuadamente las basuras del ambiente exterior y confinarla al final de cada diarias.

El recubrimiento diario de los desechos solidos con tierra es de vital importancia para el relleno sanitario,debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir las presencia y proliferacion de mosca y gallinazos.
- Impedir la entrada y proliferacion de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Minimizar los malos olores.
- Disminuir la entrada del agua de lluvia a la basura.
- Orientar los gases hacia las chimenesa para evacuarlos del relleno sanitario.
- Dar una apariencia estetica aceptable al relleno sanitario.
- Servir como base para las vias de acceso internas.
- Permitir el crecimiento de vegetacion.

4.4.9 Estudio de suelo

El estudio de suelo esta presente en las etapas de diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios y en la utilización de rellenos sanitarios como apoyo de estructuras livianas.Se puede decir que el estudio de suelo esta presente en las siguientes etapasdel Manejo de residuos solidos.

- | | |
|-----------------------------|-------------------|
| • Producción. Transporte. | Procesado. |
| • Disposición final. | Cierre y abandono |
| • Almacenamiento y Traslado | Recolección. |

a). Características del terreno

Conocimiento del régimen de las aguas freáticas: El agua es el vehículo más activo en la difusión de contaminantes del terreno. Por tanto es fundamental protegerla para evitar su alteración.

La permeabilidad (horizontal y vertical) o transmisividad del estrato superficial, al agua y lixiviado.

Permeabilidad 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.

b) Existencia y calidad del suelo de cobertura

un relleno sanitario debe estar localizado de preferencia sobre un terreno cuya base sean suelos areno-limo-arcillosos (arena gruesa gredosa, greda franco-arcillosa); también son adecuados los limo-arcillosos (franco-limoso pesado, franco-limo-arcilloso, arcillo-limoso liviano) y los arcillo-limosos (arcillo-limoso pesado y arcilloso). Es mejor evitar los terrenos areno-limosos (franco arenoso) porque son muy permeables.

d) Estabilidad de taludes

La estabilidad de los taludes en los rellenos sanitarios es evaluada generalmente por procedimientos geotécnicos convencionales.

Conocimiento de la capacidad portante y la deformabilidad del suelo de fundación de las obras de partida en el riesgo de deformacional y de colapso del suelo. La importancia de predecir los asentamientos está en poder determinar con mayor certeza

su vida útil y el tiempo en el cual se podrá sellar y reinsertar el relleno después de su cierre.

e) Determinación de capacidad de carga de un relleno sanitario esta en función

- Espesor del sello de cobertura.(Estudio de Suelo)
- Composición de los residuos.(Caraterizacion de la Basura)
- Método de Construcción del depósito.(Topografía del Terrenos)
- Maquinaria utilizada en la operación.(Caraterizacion de la Basura)

4.4.10. Levantamiento topografico.

a). Altimetría

Esta palabra se refiere a los trabajos necesarios para representar sobre el plano horizontal la dimensión del terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Para ello es necesario medir distancias verticales y horizontales, ya sea directa o indirectamente. A todo este procedimiento se le llama nivelación.

La nivelación puede ser simple o compuesta. La nivelación compuesta es aquella que entre cada punto de vuelta para la nivelación existen puntos intermedios a los que se les desea conocer sus cotas, presentándose esta situación cuando previamente se ha trazado una poligonal a la cual se le desea conocer su perfil.

4.4.11. Estudio hidrológico y producción de lixiviado.

El estudio hidrológico es una parte de la caracterización del medio donde se inserta el futuro Relleno Sanitario es establecer las características hidrológicas del área donde se emplazará el “Relleno Sanitario”.

Para el diseño de Obras de drenaje es importante la precipitación pluvial del lugar por las características de los drenajes y las obras que se vayan a diseñar a fin de disminuir la producción de lixiviado, la contaminación de las aguas

La Evaluación Hidrológica de Rellenos Sanitarios es la estimación de la producción de lixiviados y el movimiento de agua a través del relleno.

a) Producción de lixiviado

El lixiviado generado en un relleno sanitario es producto de múltiples factores, tales como: composición de la basura, edad del relleno, balance de agua, diseño y operación del relleno sanitario, solubilidad de los desechos, procesos de conversión microbiológica y química y la interacción del lixiviado con el medio ambiente. El caudal generado varía de acuerdo con el estado de avance y el tipo de operación del relleno, y la composición también varía en el tiempo. Los residuos, especialmente los orgánicos, al ser compactados por maquinaria pesada liberan agua y líquidos orgánicos, contenidos en su interior, el que escurre preferencialmente hacia la base de la zanja. La basura, que actúa en cierta medida como una esponja, recupera lentamente parte de estos líquidos al cesar la presión de la maquinaria, pero parte de él permanece en la base de la zanja. Por otra parte, la descomposición anaeróbica rápidamente comienza actuar en un relleno sanitario, produciendo cambios en la materia orgánica, primero de sólidos a líquido y luego de líquido a gas, pero es la fase de licuefacción la que ayuda a incrementar el contenido de líquido en el relleno, y a la vez su potencial contaminante. En ese momento se puede considerar que las basuras están completamente saturadas y cualquier agua, ya sea subterránea o superficial que se infiltre en el relleno, lixiviará a través de los desechos arrastrando consigo sólidos en suspensión, y compuestos orgánicos en solución. Esta mezcla heterogénea, de un elevado potencial contaminante, es lo que se denomina lixiviados o líquidos percolados.

El lixiviado necesita tratamiento utilizando procesos biológicos y operaciones físicas cuyo fundamento es la oxidación de la materia orgánica; la cual se realiza por muchos tipos de microorganismos aerobios o anaerobios.

4.4.12. Tratamiento de lixiviado⁶

En el tratamiento de aguas residuales se usa la sedimentación en las siguientes etapas:

1. Sedimentación primaria para remover sólidos sedimentables y material flotante de aguas residuales crudas.
2. Sedimentación intermedia para remover los sólidos y crecimientos biológicos
3. Sedimentación secundaria para remover biomasas y sólidos suspendidos de reactores biológicos secundarios.
4. Sedimentación terciaria para remover sólidos suspendidos y flóculos, o precipitados químicamente.

El tratamietno para los lixiviados se realiza de la misma manera para aguas residuales de los alcantarillados sanitarios.

En el diseño de tanques de sedimentación se deberán tener en cuenta los siguientes criterios Generales:

1. Proveer una distribución uniforme del afluente para minimizar la velocidad de entrada y el cortocircuito.
2. Proveer adecuada y rápidamente la recolección del lodo sedimentado y la espuma.
3. Minimizar las corrientes de salida, limitando las cargas de rebose sobre el vertedero. El efluente debe salir sin alterar el contenido del tanque.
4. Proveer la profundidad suficiente para el almacenamiento de lodos y permitir su espesamiento adecuado.
5. Repartir uniformemente el caudal entre las unidades de sedimentación.

⁶Norma Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado. Cap. 10 pág. 48-50

4.4.13. Tanques de sedimentación primaria

Se denominan tanques de sedimentación primaria aquellos que reciben aguas residuales crudas, generalmente antes del tratamiento biológico secundario. Estos tanques pueden ser de planta rectangular o circular. La recolección y extracción de lodos se puede efectuar manualmente y mediante vaciado del tanque respectivamente, o recolección mecánica y extracción mediante vaciado. Los equipos para recolección de lodos son suministrados por diferentes fabricantes.

4.4.14. Tanque séptico-filtro anaeróbico de flujo ascendente

El sistema de tanque séptico seguido de filtro anaeróbico de flujo ascendente, se usa para tratar aguas servidas de pequeñas comunidades, obteniéndose resultados satisfactorios. El filtro anaeróbico de flujo ascendente es una alternativa para dar un tratamiento complementario al efluente de un tanque séptico.

4.4.15. Parámetros de diseño de sistemas de tratamientos de lixiviados aplicados en Nicaragua según normas Brasileñas:

- Ancho interno mínimo (b) en mts: 0.8
- Profundidad útil mínima (h) en mts: 1.2
- Relación entre el largo (L) y el ancho (b): $2 (L/b) \geq 4$
- La anchura interna (b) no puede sobrepasar 2 veces la profundidad útil (h).
- Cuando la fosa es de dos cámaras, la primera y la segunda cámara deben tener un volumen útil total (v) respectivamente, de $2/3$ y $1/3$ del volumen útil.
- Los bordes inferiores de las aberturas de pasaje entre las cámaras deben estar como mínimo a $2/3$ de la profundidad útil (h).
- Los bordes superiores de las aberturas de pasaje entre las cámaras deben estar como mínimo a 0.30 mts. Abajo del nivel líquido.
- El área total de las aberturas entre las cámaras debe estar entre el 5% y el 10 % de la sección transversal útil de la fosa séptica.
- El período de retención deberá ser de 0.5 días mínimo.

- El material filtrante deberá tener una granulometría lo más uniforme posible pudiendo variar entre 4 y 7 mm colocándose lamás gruesa en la parte inferior del lecho.

Toda instalación compuesta por tanque séptico y filtro anaeróbico ascendente se deberá proveer de sus respectivas eras (lechos) de secado para la deshidratación del lodo digerido procedente del tanque séptico.

4.5. Planificación de infraestructura ⁷

Obras de infraestructuras periféricas que se refieren a vías de acceso, drenaje pluvial, desviación y escurrimientos de aguas superficiales.

a) Vías de acceso

El relleno sanitario manual debe estar cerca de una vía pública principal y de uso permanente. Es necesario reiterar que el tiempo empleado en el acarreo de basura, desde el área poblada hasta el sitio del relleno sanitario y viceversa, es más importante que la distancia.

El camino de acceso interno también 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.

b) Drenaje pluvial

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.

⁷Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales cap.6 pag 151-154

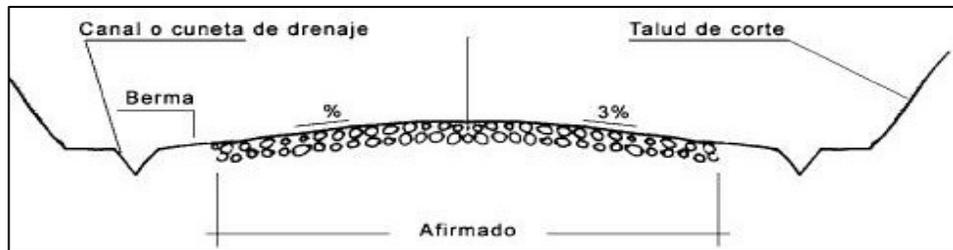


Imagen 9: Ejemplo de canal

Obras auxiliares que comprenden cercas, porterías, oficinas a instalaciones sanitarias.

c) Construcciones auxiliares

Las construcciones auxiliares que se proponen son pequeñas y de bajo costo. Se condicen con la vida útil prevista para el relleno sanitario, siempre dentro de un marco de máxima economía que recurre al empleo intensivo de mano de obra en todas las actividades del relleno.

d) Cerco perimetral

Se debe encerrar el terreno con un cerco de potrero de 1,5 metros de altura, hecho con alambre de púas (galvanizado, calibre 12, de 10 púas por metro lineal) de cinco hiladas y que tenga un portón de entrada para impedir el libre paso del ganado al interior del relleno.

e) Área de amortiguamiento y protección

En muchos casos también 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 municipales y la operación del relleno.

f) Caseta de control

La construcción de una caseta con un área aproximada de 12 a 15 metros cuadrados es importante para ser usada como control de ingreso o lugar para guardar pequeñas herramientas de trabajo (rodillo, carretas, palas, picas, etc.) como un espacio donde los obreros se puedan asear, cambiar y guardar su ropa, como cocina donde calentar alimentos o como refugio en caso de lluvias.

g) Instalaciones sanitarias

El relleno debe contar con instalaciones que aseguren la comodidad y el bienestar de los trabajadores. En consecuencia, se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios. se debe construir un tanque séptico o una letrina.

h) Patio de maniobras

Se deberá contar con una zona de alrededor de 200 metros cuadrados (10 x 20) para que el(los) vehículo(s) recolector(es) pueda(n) maniobrar y descargar la basura en el frente de trabajo, y puedan maniobrar fácilmente.

i) Cartel de presentación

Es necesario colocar un cartel de presentación del relleno sanitario en construcción para que la comunidad identifique la obra.

j) Obras de infraestructura del relleno, que incluye cortes de tratamiento del suelo de soporte del relleno, drenaje del líquido percolado, ventilación de gases, vías de acceso y drenaje pluvial internos.

4.6. Soluciones alterna y complementarias al relleno sanitario

Nicaragua cuenta desde el 2004 con La Política Nacional sobre Gestión Integral de Residuos Sólidos dicha política incentiva a dar una revalorización a los residuos. El reciclaje debe ser considerado como parte integral del manejo de los residuos sólidos, no como un fin en sí mismo, y promoverse cuando ofrece beneficios ambientales y económicos como dato “ninguno de los 153 municipios

del país practica el Manejo Integral de los Residuos (MIREs), ya que cumplen con alguno de los componentes por ejemplo recolección o disposición final, pero en ninguna municipalidad los residuos pasan por su revalorización, lo que es indispensable para el cumplimiento de cualquier política de manejo integral. “

Hasta un 90 por ciento de los residuos en Nicaragua son orgánicos, tomando en cuenta papeles y cartones. Esto tiene sus ventajas y riesgos al mismo tiempo. Si la basura solamente se deposita y no es tratada, entonces empieza inmediatamente a descomponerse. Moscas, cucarachas y otras plagas de insectos se esparcen, el viento esparce éstos junto con el polvo y una gran cantidad de bacterias productoras de enfermedades, así como esporas de hongos peligrosos. Si los residuos son quemados contaminan el aire con humos tóxicos y cuando llueve corren lixiviados peligrosos a las aguas subterráneas.

A través del uso del potencial de reciclaje y la construcción de sistemas de reciclaje se ahorran materia prima y energía, así se disminuye la cantidad de residuos que se tengan que depositar.

a). El compostaje⁸

Observemos un ejemplo de la producción de compost por medio de la fracción más grande en los residuos, la fracción orgánica. Cuando los residuos orgánicos de cocina, jardín y de la agricultura misma se combinan con el estiércol de los animales y otro tipo de materiales como aserrín y desechos de los mataderos se pueden compostar muy bien, este proceso origina después de unos tres meses un abono orgánico de un alto valor nutritivo para las plantas y el suelo. Las ventajas económicas en general: con recursos locales y regionales se pueden sustituir fertilizantes químicos, los cuales son producidos con petróleo y de deben de importar. El compost tiene un potencial nutricional hasta de un tercio de los

1. ⁸Ing. Michael Huhn (CIM/GTZ) febrero 2007.

fertilizantes químicos, pero el compost es un mejorador de suelo, el cual por su contenido de humos logra frenar la erosión y mejora la estructura del suelo.

Por último las plantas abonadas con compost son plantas muy saludables y tienen mejor calidad y son indispensables en la agricultura orgánica.

¿Cuál sería la magnitud económica del compostaje en Nicaragua?

Supongamos, que cerca del 50% de la fracción orgánica en el sector urbano se utiliza para la elaboración de compost. Esto es casi 600,000 toneladas de material al año, de esto se producen 300,000 toneladas de compost. Esto significa unos 6.521.739 quintales de abono. Si el precio de venta por quintal es de C\$ 30.00 entonces se puede originar un valor de unos 19.565.217,-- Córdobas al año – ¡solamente de recursos nacionales !!!

¿Cómo se puede solucionar el problema de los residuos sólidos en Nicaragua?

- Todos los actores de la sociedad deben que participar y se haga un manejo diferente al de hasta ahora: productores, consumidores, gobierno, ministerios, municipalidades, habitantes, escuelas y universidades. Cada uno puede dar su aporte. Nada impedirá que se comience hoy mismo. Unas recomendaciones:
- Evitar la basura, no dejar que se produzca, consumir amigable con el medio ambiente.
- Evitar la basura, no dejar que se produzca, producir amigable con el medio ambiente (zonas francas).
- Separar los residuos en la fuente de origen en orgánicos y no orgánicos, en reciclables y no reciclables.
- Recolectar los residuos de forma separada, para poderlos reusar o reutilizar: residuos vegetales, orgánicos para el compostaje en los jardines caseros o en una planta de compostaje – vidrio, papel y cartón, botellas plásticas, metales férricos y metales de colores para el reciclaje.

- No mezclar los residuos peligrosos, tóxicos e infecciosos con otros residuos, sino recogerlos separadamente y almacenarlo, para proteger el medio ambiente.
- En los pre-escolares y escuelas hay que integrar la materia de educación ambiental. La experiencia dice que los niños ayudan a sus padres a proteger el medio ambiente, en cuanto ellos aplican en su casa lo aprendido.

b). Reciclaje de residuos orgánicos domiciliarios

Primero debemos tener en cuenta que para poder aprovechar nuestros residuos tendremos que separarlos usando un recipiente para los orgánicos y otro para los inorgánicos.

Los residuos orgánicos que generamos en nuestro domicilio son una fuente de nutrientes muy buena para enriquecer el suelo. Tanto si tenemos una huerta como un jardín, vivamos en el campo o en la ciudad, podemos utilizar estos residuos como abono que se puede obtener a través de un lombricario o de un cajón de compost.

c) Reutilización y reciclado

Hay otra acción que se puede llevar a cabo tanto en los hogares, escuelas y locales y consiste en clasificar los residuos orgánicos para ver cómo se puede manejar cada uno de ellos por separado.

Para ello necesitamos 8 cajas o sacos, cada una para un tipo de residuo, divididas de la siguiente forma:

Basura Orgánica: Desechos orgánicos de la cocina y cabañas que sirvan para el compostaje. Solo desechos crudos nada cocido. El resto de comida son para los animales de la granja.

Basura normal: maderas, trapos, cuero, goma, etc. Vidrios: colocamos los recipientes limpios y ordenados, sin romperlos dentro del saco.

Papel y cartón: hay que disponerlos planos porque arrugados ocupan más espacio; las cajas se pueden desarmar y aplanar.

Metales, Latas: para depositar las latas limpias de hojalata o aluminio y los objetos de metal dentro del saco o recipiente.

Plásticos: los envases se pueden cortar para colocarlos uno dentro del otro y ahorrar espacio; las bolsas se pueden aplanar y doblar.

Pilas: poner todas las pilas en el envase de plástico.

De esta manera podemos lograr diversos objetivos:

- Reconocer los residuos que generamos, su calidad y cantidad.
- Manejar los residuos inorgánicos tras su adecuada separación.
- Darnos cuenta qué artículos son innecesarios y cuáles nos pueden ser útiles y reciclables.
- Contribuir con la labor de selección que se realiza en los basureros municipales.

Los residuos cuando se hallan por separado, están limpios y son fáciles de manejar, no generan contaminación. Lo que contamina es la mezcla de los desperdicios cuando se los coloca en un solo lugar, por ejemplo en una sola bolsa.

Una buena perspectiva para considerar las inquietudes en la recuperación de materiales es tener en cuenta el mercado potencial que puede usar el material recuperado. Con respecto al volumen del material y su transporte se puede solucionar con la compactación y el balizaje o enfardado de los productos.

Podemos indentificar tres categorías amplias de mercado para los materiales reciclados: Materias primas para la industria , Materias primas para la producción de energía y combustible, Materia prima para Compostaje, como veremos seguidamente:

d) Materias primas para la industria

- Periódicos: papel para periódicos y revistas.
- Cartón: fabricación de cajas, tableros aglomerados.
- Botellas y envases Plásticos: fabricación de pellets para su reutilización.
- Vidrio: fabricación de productos nuevos
- Metal ferroso (Chatarra): barras recicladas para la industria.
- Neumáticos: pavimento
- Textiles: trapos
- Aceite: aceite refinado.
- Latas de Aluminio: aluminio nuevo.
- Residuos orgánicos: compost, productos químicos.
- Rechazos de incineradora: hormigón, carreteras

e) Materias primas para la producción de energía o combustible

- Residuos orgánicos: producción de combustible.
- Neumáticos: combustible para plantas de energía.

f) Materia prima para compostaje

Residuos orgánicos fermentables: abono orgánico para agricultura.

g) Formas de reciclado:

Las más comunes son dos: Recolección Selectiva y Recolección Bruta o Global.

h). Recolección selectiva

Es la separación de los componentes de la basura, para su recuperación directa. Para el éxito de este sistema se necesita, por un lado, la participación ciudadana, al tener que seleccionar en origen (domicilios) y depositar los residuos que se intenta recuperar en recipientes separados, y por otro lado, la recogida o recolección de dichos componentes debe realizarse por separado, bien en

camiones compactadores distintos o en vehículos especiales de dos cámaras de compactación para reciclaje.

La recolección selectiva no solo fomenta el reciclaje y la valoración de los residuos sólidos urbanos sino que también sirve para separar de los mismos los residuos peligrosos que pueden contener (pilas, baterías, etc.). Además de fomentar la conciencia ciudadana e involucrar a la población en el éxito del programa a favor de la Ecología y el Medio Ambiente.

i) Recoleccion brutal o global

Es un sistema no recomendable para nuestra realidad ya que es más costoso y complicado. Se trata de una técnica a partir de las basuras brutas o globales utilizadas en la industria minera y metalúrgica, tales como la trituración, cribado y clasificación neumática, separaciones por vía húmeda, electromagnética, electrostática, ópticos y flotación por espumas para la obtención y depuración de metales y vidrios.

j) Materia prima para compostaje

El Compostaje se considera como un proceso de reciclaje ya que es la recuperación de los materiales orgánicos fermentables contenidos en los residuos urbanos, para su empleo en la agricultura, lo que significa una vuelta a la naturaleza de los productos extraídos de ella.

Este es un proceso de transformación biológica en condiciones aerobias (con presencia de oxígeno) para conseguir un “abono orgánico” llamado COMPOST con ayuda de los microorganismos presentes en la basura.

Para este proceso se necesita una planta de tratamiento y el tiempo necesario para el proceso depende de cómo se realice el mismo. Si es al aire libre (fermentación natural), el tiempo va a ser de 3 a 4 semanas, mientras que si se lleva a cabo en sistemas cerrados (fermentación acelerada) utilizando enzimas aceleradoras, el tiempo será de 1 a 2 semanas. En ambos casos la aireación es importante lo cual se consigue volteando la masa constantemente ya sea por

medios mecánicos o por sistemas de ventilación interior. Esto ayuda a eliminar los gérmenes patógenos asegurando la inocuidad del producto conseguido.

Los objetivos fundamentales del compostaje son:

- Elaborar un producto que ayude al crecimiento de las plantas y como enmienda del suelo, por que ayuda a soltar los suelos compactos, se mejora la textura de los suelos arenosos y se incrementa la capacidad de retención del agua de la tierra.
- Transformar materiales orgánicos biodegradables en un material biológicamente estable y ayudar a reducir el volumen original de los residuos urbanos.
- Destruir los gérmenes patógenos que puedan estar presentes en los residuos urbanos.
- Retener el máximo contenido nutricional (N. P y K)

4.7. Estudio de impacto ambiental del relleno sanitario⁹

El impacto ambiental es la alteración que el proyecto produce en el medio, el cual puede ser favorable o desfavorable. Las Evaluaciones del Impacto ambiental deben ser estudios de carácter objetivo e interdisciplinario. Las mismas deben ir articuladas al tipo de proyecto, de acuerdo con esto en las etapas iniciales de planeación o de pre factibilidad de los proyectos se realizan el reconocimiento general y la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Una Evaluación de Impacto Ambiental comprende, a modo general, los siguientes pasos:

- Descripción del proyecto.
- Descripción del ambiente físico
- Identificación y Evaluación de Impactos.

⁹ Guía básica para el manejo ambiental de relleno sanitario cap. 4 pág. 17

- Formulación del Plan de Gestión Ambiental (incluye Monitoreo y Seguimiento, Plan de Contingencias y Emergencias).

a). Descripción del proyecto

En la descripción del proyecto se presentan las características generales y los datos técnicos del proyecto desde el punto de vista de su interés para la evaluación ambiental que se va a realizar utilizando como fuente los estudios del proyecto y la consulta con especialistas. Esta fase de la evaluación tiene varios objetivos claros dentro de los que están, además de presentar una visión del proyecto, las siguientes:

- Identificar las acciones que van a ocasionar cambios en el ambiente (acciones susceptibles de producir impactos).
- Determinar las demandas ambientales del proyecto, es decir, los requerimientos de recursos naturales lo cual debe ser en todas sus fases, el establecimiento de la demanda ambiental del proyecto permite identificar y calificar las afectaciones que se sucederán sobre cada uno de los elementos ambientales

Cuadro 4.2: Demandas ambientales de un relleno sanitario.

Recurso	Unidad
Área con cobertura arbustiva a afectar	m2
Volumen de suelo fértil a remover	m3
Material de cobertura	m3
Volumen falta a explotar	m3
Volumen de lixiviado	m3

Para una mejor evaluación se debe precisar, para cada una de las actividades del proyecto, en qué fase de desarrollo de este se producen (pre-operativa, operativa o de desmantelamiento) haciendo énfasis en las acciones susceptibles de producir impactos.

La importancia de la identificación de las acciones susceptibles de producir impactos está dada en el hecho que éstas son las acciones que directa o indirectamente producen cambios en el ambiente donde se ubica el proyecto, de manera que manteniendo un control sobre las mismas se puedan evitar o disminuir, mediante la adopción de medidas de manejo, dichas alteraciones. Igualmente permite visualizar la forma como el proyecto interactúa con el ambiente y facilita la identificación de las relaciones causa-efecto.

b). Descripción del ambiente físico

Esta corresponde a la fase de identificación de aquellos elementos, cualidades y procesos del medio ambiente que pueden ser modificadas por la ejecución del proyecto. En otras palabras se trata de despiezar el entorno para detallar los componentes del ambiente, que reciben impactos.

La descripción del ambiente tiene como objetivo caracterizar el ambiente en un estado sin proyecto, la importancia o valor del mismo, que permita determinar las alteraciones potenciales que ocasionará la puesta en marcha del proyecto. En la descripción del ambiente no se tiene en cuenta sólo lo natural, debe también incluirse lo social, lo cual, viene dado en función de la demografía, lo político, lo económico y lo cultural.

Con la identificación de los factores, los estudios ambientales ganan en profundidad porque se enfoca hacia los aspectos que realmente pueden ser afectados por el proyecto descartando aquellos que no sufren mayor alteración, con esto se optimizan igualmente los recursos del estudio.

Se debe precisar el área de Influencia, o espacio sobre el cual se pueden causar impactos ambientales por el proyecto. Se debe tener en cuenta que el área de influencia puede ser directa e Indirecta.

c) Identificación de impactos

Teniendo en cuenta la demanda ambiental del proyecto y que en el estudio ambiental del proyecto se deben estructurar las medidas específicas para

controlar, compensar, prevenir o mitigar los impactos ambientales que se derivarán de la construcción de las obras, así como las medidas para atender cualquier contingencia, se deben identificar estos impactos para precisar las acciones de control.

Para ello se elabora una lista de impactos que por lo general se presenta en este tipo de obras, de acuerdo con las características particulares de las área influencia directa e indirecta donde se construirá el proyecto, seguidamente debe hacerse la descripción de cada uno de los impactos que se presentarán por la ejecución del proyecto con el fin de justificar su inclusión en la calificación ambiental

Cuadro 4.3: identificación de impacto ambientales

Componente	Elemento	Impacto	indicadores
Atmosférico	Calidad del aire ruido	Alteración en la fase gaseosa y sólido. Incremento en los niveles de ruido.	Metano, niveles de ruido y dióxido de carbono
geo esférico	Suelos	Aumento de capa fértil del suelo	Volumen de suelo fértil como material de cobertura
	Geomorfología	Contaminación, erosión,	Presencia de aceites, grasa. DBO,DQO, solidos suspendidos totales, conductividad, Rendimientos, tiempos de
Hidroesferico	Calidad de agua	Alteración de las característica hidráulica de las cuencas	concentración de caudales, Característica.

c) Plan de gestión ambiental

Los efectos e impactos ambientales, anteriormente descritos, en los diferentes escenarios receptores, desde los ecosistemas, el paisaje, la salud pública, la población, y el entorno en general, pueden ser perfectamente prevenibles, mitigables, minimizarlos, controlables y corregibles en la medida que se tomen todas las precauciones en la planificación, diseño, construcción, operación y gestión ambiental del proyecto.

CAPÍTULO V

DISEÑO METODOLOGICO.

En principio la metodología que se rige en esta monografía es del tipo aplicada por que partimos de un problema específico para mejorar el nivel de vida de una comunidad agregamos que es una combinación de investigación documental y de campo debido a que los aspectos técnicos y fundamentos teóricos son recopilados de estudios anteriores y propiamente del sitio de estudio.

Esta monografía se realiza en las tres fases siguientes

1. Fase de investigación.
2. Visita de campo.
3. Análisis de información y Diseño del relleno Sanitario.

5.1. Fase de investigación

La realización de esta monografía se realizó una evaluación de los datos que se cuenta como punto de partida para proceder al diseño del relleno sanitario. Algunos de estos datos fueron proporcionados por la Asociación de Municipios de Carazo, la cual es una organización de apoyo técnico para las alcaldías de escaso recurso.

De la información que se obtuvo en la fase de investigación:

a). Aspecto generales del municipio

Con el objetivo de conocer característica general del municipio en cuanto a su ubicación, con respecto a la cabecera departamental y la capital del país, conocer servicios públicos que están presentes en la ciudad así con los que no cuenta el municipio.

b). Estudio de suelo

Proporcionados por la Asociación de Municipios de Carazo, los cuales fueron elaborados por la Universidad Nacional Agraria en el laboratorio de suelo y agua, con el fin de conocer tipo de suelo.

c). El censo poblacional

La fuente oficial de estado de Nicaragua el Instituto Nacional de Información para el Desarrollo (INIDE). Con el fin de conocer la población urbana y la producción de desechos sólidos para un periodo de determinado.

d). Estudio hidrológico

Con el fin de evitar que las aguas arriba afecte el área de relleno activo se procedió a determinar el caudal promedio que genera la precipitación media anual en el sitio dicho datos se obtuvieron del Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua, con el fin de conocer no solo la precipitación media anual que puede afectar el área de relleno activo si no también la producción de lixiviado y planificar a la vez la infraestructura del tratamiento de lixiviado así como la infraestructura que evite afectaciones en el sitio del relleno activo.

e). Datos recolección y caracterización de los residuos sólidos del municipio

Conocer el servicio de recolección de basura de la ciudad es una de las fuentes que carecía de argumentos para la elaboración de la propuesta del relleno, debido a que sus datos estaban basados en la capacidad volumétrica del camión de recolección de basura, el municipio no contaba con una caracterización.

5.2. Visita de campo**a). Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico obtuvimos las diferentes elevaciones, para este levantamiento utilizamos el método de la cuadrícula, distancias entre los vértices de 10 m. Se mantuvo Bm (un árbol de cedro) dentro del sitio, cabe señalar que

este Bm ya estaba propuesta en el levantamiento anterior que realizo la alcaldía. A partir del BM se procedió a realizar las lecturas las elevaciones. Uno de los objetivos para este levantamiento era determinar el volumen de movimiento de tierra sito el cual se realizó por el método de la cuadrícula.

Para la nivelación se utilizó el siguiente equipo:

1. Un nivel de precisión marca Sookia C-330
2. Un estadal
3. Una cinta métrica de 50 metros.
4. Trompos de metal.

Conocer las diferentes elevaciones también nos permitió definir el método de construcción de las celdas en el sitio.

b). Caracterización de los residuos sólidos

Esta caracterización se realizó utilizando los inciso b y c que corresponde a la metodología para el análisis de basura capítulo IV página 36 y determinación de la producción per cápita pág. 37 el cual expone una recolección de basura de una semana el cual se llevara un control de pesos en kg o lb para determinar al fin de la semana la producción perca pita, dicho estudio se realizó en una muestra de 60 viviendas. Dicho datos posteriormente fue utilizado para el dimensionamiento de las celdas así como conocer los volúmenes de residuos que se generara en los próximos diez años.

5.3.3. Análisis de información y diseño del relleno sanitario

Con la información completa se procedió al análisis de datos y a la elaboración del proceso para el diseño del relleno sanitario.

Se puede definir de la siguiente manera:

1. Con el censo y la producción perca pita se procedió a realizar cálculos de producción de residuos sólidos del casco urbano de la ciudad, los cuales se utilizó las tablas de calculo que expone la Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) en su capítulo V, esta fase se determinó la producción para diez años, definir área de confinamiento de los residuos sólidos, así como la determinación de volúmenes de basura que se generara en los próximo años, se da énfasis a la limitación del área de relleno activo donde será la disposición final de los desechos sólidos.
2. Con el levantamiento topográfico utilizando el método de las cuadrículas se determinó las diferentes elevaciones del terrenos, volumen de movimiento de tierra y la configuración del terreno, dicho elemento sirvió para definir el método de construcción.
3. Datos hidrológicos y utilizando la ecuación de Manning se realizó la planificación de los canales perimetrales que impide el paso de aguas arribas hacia el área activa de relleno sanitario, así como la tubería que conducirá al líquido percolado hacia un sistema de tratamiento de tanque séptico y filtro anaeróbico de flujo ascendente.

Capítulo VI

Memoria de Cálculo y Resultados

6.1. Fase de investigación

a).Aspecto generales del La Paz-Carazo

El municipio de La Paz Carazo es uno de los ocho municipios del departamento de Jinotepe, a una distancia de 56 km de la capital Managua y a 15 km de la cabecera departamental Jinotepe.

Con ciudades vecinas: Al Norte: Municipio de Niquinohomo (Dpto. de Masaya). Al Sur: Municipio de Santa Teresa. Al Este: Municipio de Diría y Nandaime (Dpto. de Granada). Al Oeste: Municipio de El Rosario.

Servicio existente en municipio son transporte interurbano, energía eléctrica, centro de salud, escuelas, telecomunicaciones.

El servicio y recolección de basura es proporcionado en la comunidad realizando un recorrido de tres veces por semana por el cual las personas debe pagar el servicio en dependencia de las labores que se efectúa para pulperías las personas pagan una cuota de 20 córdobas para el resto de la población son 10 córdobas

Entre las carencia de servicio que presenta el municipio son el drenaje pluvial, falta de sistema de alcantarillado sanitario y el de disposición final para desechos sólidos de la ciudad.

b) Estudio de suelo:

El estudio de suelo fue elaborado en la Universidad Nacional Agraria en el laboratorio de Suelo y Agua. Obteniéndose los siguientes resultados.

Cuadro 6.1: Estudio de suelo realizado por la Universidad Nacional Agraria

Contacto: Ing. Cesar Aguirre.				Comunidad: La Paz		
Entidad: AMUC/DeD				Departamento: Carazo		
Cód. Lab	Descripción	Prof. cm	Partículas			Clases Textural
			Arcilla	Limo	Arena	
1365	Sr. Noel Nicoya.	0-40	42	23.2	34.8	Arcilla
1366	Sr. Noel Nicoya.	40-54	50	15.2	34.8	Arcilla
1367	Sr. Noel Nicoya.	54-70	48	15.2	36.8	Arcilla

Fuente: Asociación de Municipios De Carazo.

Cuadro 6.2: Nivel freático en La Paz-Carazo

Prof. Inicial de Acuífero	m	220
Nivel Estático del Agua	m	177.15
Ascensión del nivel de agua	m	42.85

Fuente: Empresa Nicaragüense de Acueducto y Alcantarillado

d) El censo poblacional

La fuente oficial de estado de Nicaragua es el Instituto Nacional de Información para el Desarrollo (INIDE). Con una tasa de crecimiento anual del 1.2 %.

Cuadro 6.3: Proyecciones¹⁰ de la población al 30 de junio por sexo, según año calendario y tasa de crecimiento periodo 2005-2020.

Año	Población
2011	2698
2012	2731
2013	2764
2014	2796
2015	2827
2016	2857
2017	2886
2018	2914
2019	2940
2020	2970

Fuente: Instituto Nacional de Información para el Desarrollo

¹⁰ Método Geométrico $P_t = P_0 (1+r)^n$.

e) Desechos solidos

Cuadro 6.4: Desechos sólidos Municipales.

Concepto	La Paz de Carazo
Recolección (m ³ /año)	1.728
Recolección (m ³ /mes)	144
Generación (m ³ /año)	-
Generación (m ³ /mes)	-
Generación (m ³ /día)**	-
Densidad suelta (Kg/m ³)	-
Generación (Kg/día)*	-
PPC (Kg/hab/día)	-
Población Urbana	2.454
Eficiencia en el sistema de recolección (%)	

Fuente: Asociación de Municipios de Carazo AMUC

El sistema de recolección de basura por medio de camión recolector es de apenas el 0.2%. En el área urbana del municipio de La Paz Carazo el 56% de la población utilizan la quema para la eliminación del basura, un 8% entierran la basura, un 3.8% tiran a predio/guindo, 0.2% la tiran al rio o lagunas/quebrada, un 14.6% pagan para que la boten y un 0.6 como abono orgánico. La información del cuadro 6.4 demuestra que el municipio no cuenta con una caracterización de la basura esta información es incompleta y se estima por la capacidad de los camiones.

6.2 Visita de campo

a) Levantamiento topográfico-altimetría

Debido al configuración irregular del terreno se propone una elevación de partida para nuestro caso es la cota 94 estación 0+070 a partir de esa elevación y con una pendiente del 0.5% se configuro el terreno, con el objetivo principal de encausar la producción de lixiviado en una dirección.

Cuadro 6.5: Resultado de Levantamiento Topográfico

Volumen total Terreno	14142.75 m ³
Movimiento de tierra con una pendiente de 0.5%.Para el lixiviado.	9225.925 m ³

Ecuación a utilizar: Volumen de cada prisma = altura promedio x área de la base.

Ejemplo de cálculo de volumen por el método de la retícula:

Volumen de cada prisma = altura promedio x área de la base.

Altura promedio= $(e1+e2+e3+e4)/4 = (0.648+0.625+0.838+1.596) / 4 = 0.93 \text{ m.}$

Volumen del prisma = $10*10*0.93=930\text{m}^3$

Cuadro 6.6: Configuración del terreno original.

Estación	K	J	I	H	G	F	A
0+070	92.326	95.602	97.85	94.831	96.025	95.535	97.797
0+080	93.225	95.848	95.167	94.776	95.855	95.695	97.827
0+090	94.192	96.197	95.297	94.876	96.705	96.415	97.792
0+100	94.325	96.197	96.16	95.756	97.61	96.555	96.549
0+110	94.405	95.957	96.589	96.176	96.976	95.085	95.189
0+120	93.935	95.957	95.307	95.486	95.476	96.012	94.332
0+130	93.825	96.027	94.027	92.72	94.106	97.782	93.991
0+140	94.306	94.207	95.327	93.136	93.066	98.46	94.122
0+150	94.126	95.227	92.787	91.978	92.336	98.077	94.353
0+160	93.898	93.925	93.847	91.276	93.226	96.742	94.373
0+170	94.038	94.846	93.997	90.876	93.556	96.55	94.374

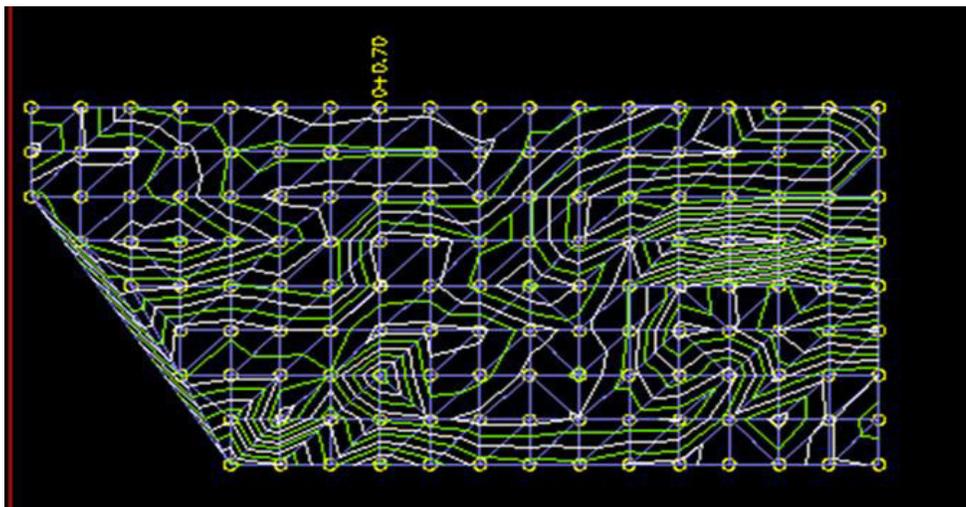


Imagen 10: Configuración Original del terreno

Cuadro 6.7: Configuración del terreno modificada. (Pendiente 0.5%)

Estación	K	J	I	H	G	F	A
0+070	93.7	93.75	93.8	93.85	93.9	93.95	94
0+080	93.65	93.7	93.75	93.8	93.85	93.9	93.95
0+090	93.6	93.65	93.7	93.75	93.8	93.85	93.9
0+100	93.55	93.6	93.65	93.7	93.75	93.8	93.85
0+110	93.5	93.55	93.6	93.65	93.7	93.75	93.8
0+120	93.45	93.5	93.55	93.6	93.65	93.7	93.75
0+130	93.4	93.45	93.5	93.55	93.6	93.65	93.7
0+140	93.35	93.4	93.45	93.5	93.55	93.6	93.65
0+150	93.3	93.35	93.4	93.45	93.5	93.55	93.6
0+160	93.25	93.3	93.35	93.4	93.45	93.5	93.55
0+170	93.2	93.25	93.3	93.35	93.4	93.45	93.5

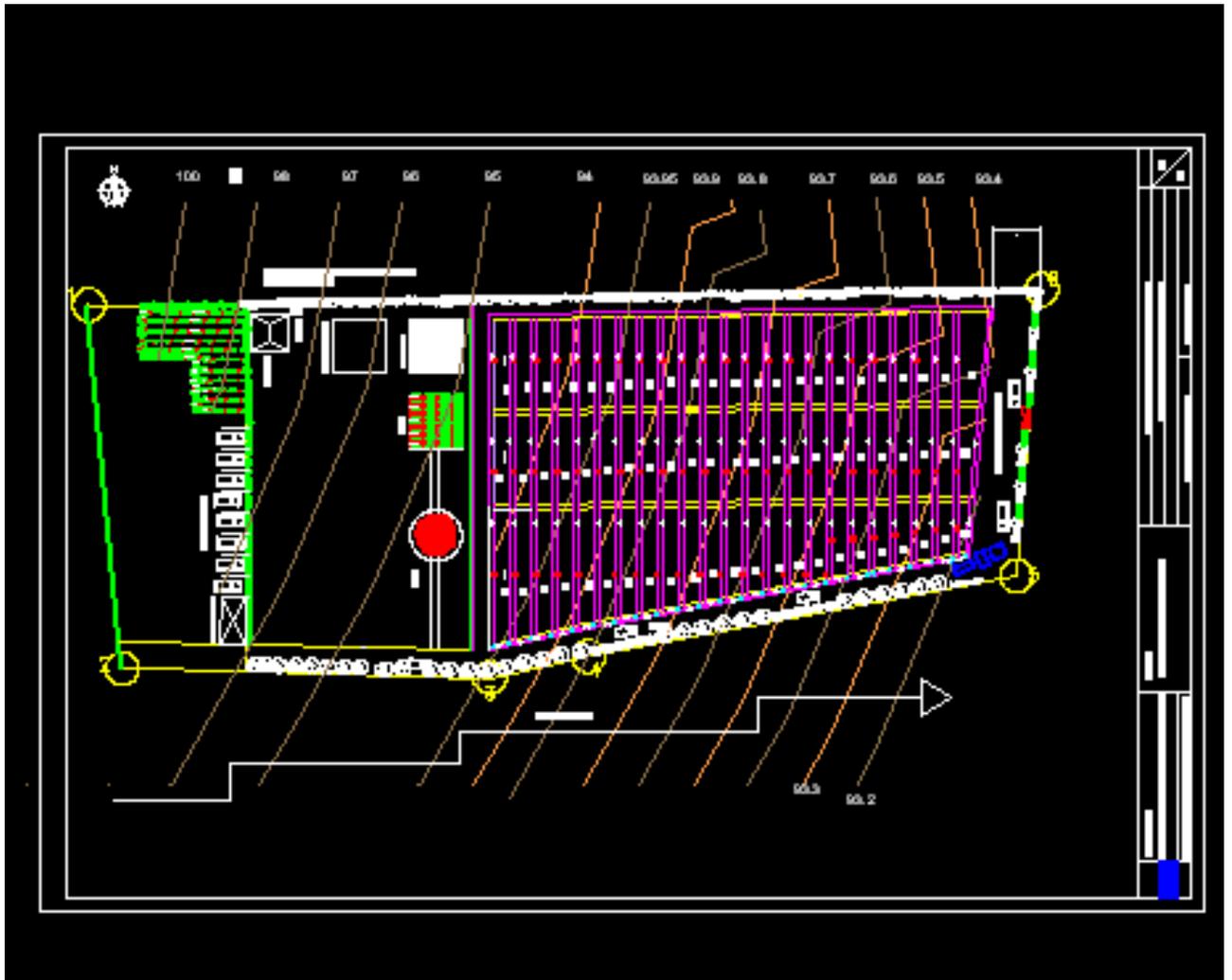


Imagen 11: Modificación del terreno con una pendiente del 0.5%

Cuadro 6.8: Diferencia de alturas entre las configuraciones originales y modificadas para el desagüe del líquido percolado.

Estación	K	J	I	H	G	F	A
0+070	-1.374	1.852	4.05	0.981	2.125	1.585	3.797
0+080	-0.425	2.148	1.417	0.976	2.005	1.795	3.877
0+090	0.592	2.547	1.597	1.126	2.905	2.565	3.892
0+100	0.775	2.597	2.51	2.056	3.86	2.755	2.699
0+110	0.905	2.407	2.989	2.526	3.276	1.335	1.389
0+120	0.485	2.457	1.757	1.886	1.826	2.312	0.582
0+130	0.425	2.577	0.527	-0.83	0.506	4.132	0.291
0+140	0.956	0.807	1.877	-0.364	-0.484	4.86	0.472
0+150	0.826	1.877	-0.613	-1.472	-1.164	4.527	0.753
0+160	0.648	0.625	0.497	-2.124	-0.224	3.242	0.823
0+170	0.838	1.596	0.697	-2.474	0.156	3.1	0.874

Cuadro 6.9: Altura promedios

Hprom	Hprom	Hprom	Vol.	Vol.	Vol.	Vol.t m ³
0.55	1.86	1.88	55.02	185.60	187.75	
1.22	1.28	2.32	121.55	127.90	231.75	
1.63	1.82	3.02	162.77	182.22	302.12	
1.67	2.52	2.81	167.10	252.02	280.65	
1.56	2.29	2.19	156.35	228.95	218.72	
1.49	0.83	2.19	148.60	83.50	219.40	
1.19	0.30	2.25	119.12	30.25	225.35	
1.12	-0.14	1.93	111.65	-14.30	193.47	
0.99	-0.93	1.60	99.40	-92.80	159.52	
0.93	-0.85	1.57	92.67	-85.10	156.85	
2.37	1.52	2.76	236.67	152.17	276.35	
1.93	1.75	3.03	192.72	175.30	303.22	
2.31	2.49	2.98	231.27	248.67	297.78	
2.63	2.93	2.04	262.57	292.95	204.45	
2.40	2.38	1.40	240.25	237.85	140.45	
1.83	0.85	1.83	182.95	84.70	182.92	
1.45	-0.29	2.44	144.70	-29.30	243.87	
0.99	-0.87	2.65	98.70	-87.10	265.30	
0.60	-1.25	2.34	59.65	-124.60	233.62	
0.85	-1.17	2.01	85.37	-116.65	200.97	9225.92

6.3 Caracterización de lo desechos solidos del municipio La paz Carazo.

Se utilizó el método del cuarteo que se explica en el marco teórico cap. VI-págs.:

Se obtuvo los siguientes resultados:

Cuadro 6.10: Producción Perca pita de los Municipios del Departamento de Carazo

Municipios	Ppc kg/ha-día
La Paz-Carazo	0.57
Diriamba	0.63
Jinotepe	0.6
san Marcos	0.56
Dolores	0.64
Santa Teresa	0.46
El Rosario	0.56
La Conquista	No

Los datos de los municipios de la Diriamba, Jinotepe, San Marcos, Dolores y Santa Teresa corresponden al año 2008 del diagnóstico de los residuos sólidos del departamento de Carazo (Carlos Ibarra).

Cuadro 6.11: Composición de los residuos sólidos del Municipio La Paz-Carazo

Tipos	Peso(lb)	Peso(kg)	%
Vidrios	0.25	0.11	0.16
Metales	0.5	0.23	0.33
Tela	7.25	3.3	4.74
Papel Cartón	2.25	1.02	1.47
Hule	0.5	0.23	0.33
Plásticos	3.5	1.59	2.29
Madera	0.75	0.34	0.49
Resto de comida	20.75	9.43	13.56
Resto de Jardín	117.25	53.3	76.64
TOTAL	153	69.55	100.00%

Cuadro 6.12: Tipos de Residuos

Materia Orgánica	90.19
Materia Inorgánica	9.81

6.4 Análisis de información y diseño del relleno sanitario.

Con la información obtenida se propone lo siguiente:

Cuadro 6.13: Datos Básicos de Diseño

Población Inicial año 2011	2697.9 (población Urbana)
Tasa de Crecimiento Anual	1.20%
Periodo de Diseño	10 años
Producción per cápita:	0.57 kg/ha/día
Volumen de material de cobertura:	20%
Altura promedio de relleno:	3 mts
Densidad Compacta	400 kg/m ³
Densidad Estabilizada	500 kg/m ³
Densidad Suelta	185.04 kg/m ³
Área total del Terreno	10859.04315 mts ²

En el diseño del Relleno Sanitario y Sistema de tratamiento de lixiviados se plantean tres escenarios.

- El 60 % de la producción total de residuos sólidos es tratada a través de actividades de reciclaje, recuperación y transformación de materia orgánica en abono orgánico (Compost). Estas formas de tratamiento se pretende realizar de esta manera dado que la mayoría de los desechos sólidos generados en este Municipio son orgánicas y de tipo reciclable.
- El 40 % de la producción total de residuos sólidos es tratada a través de actividades de reciclaje, recuperación y transformación de materia orgánica en abono orgánico (Compost). Estas formas de tratamiento se pretende realizar de esta manera dado que la mayoría de los desechos sólidos generados en este Municipio son orgánicas y de tipo reciclable. (anexas tabla 2)
- El 100 % es destinado para el relleno sanitario. (anexas tabla 1)

Los tres escenarios se proponen con el fin de valor si el sitio tiene el área adecuada para la disposición final de los residuos sólidos.

A continuación se reflejara la manera que se procedió a realizar los cálculos:
Se realizara para el 60%.

Cuadro 6.14: Datos de Diseño

Población Inicial año 2011	2697.9 (población Urbana)
Tasa de Crecimiento Anual	1.20%
Periodo de Diseño	10 años
Producción per cápita:	0.57 kg/ha/día
Volumen de material de cobertura:	20%
Altura promedio de relleno:	3 mts
Densidad Compacta	400 kg/m ³
Densidad Estabilizada	500 kg/m ³
Densidad Suelta	185.04 kg/m ³
Área total del Terreno	10859.04315 mts ²
Cobertura	0.8

a) Cálculos para área del relleno sanitario:

Desechos sólidos diarios = Pob. * Ppc.

$$Dsd=(2698\text{hab} \cdot 0.57\text{kg/hab/día})=928.28\text{kg/día}=(928.28 \cdot 365) \cdot 1\text{t}/1000\text{kg}=338.82\text{t/a}$$

Volumen compacto¹¹ m³/día= ((Desechos sólidos)* (7/6)) / densidad compacta

$$V \text{ compacto}=[(928.28\text{kg/día}) \cdot (7/6)] / 400 \text{ kg/m}^3= 2.71\text{m}^3/\text{día} \cdot 365 = 988.23 \text{ m}^3/\text{a}.$$

Material de cobertura entre el 20-25% del volumen de los desechos sólidos diario.

$$Mc=(2.71\text{m}^3/\text{día}) \cdot (0.2)=0.54 \text{ m}^3/\text{día} \cdot 365=197.65 \text{ m}^3/\text{año}.$$

Residuos sólidos estabilizados= (Desechos sólidos diarios)* (365) / densidad estabilizadas. 500-600 kg/m³.

$$\text{Residuos sólidos estabilizados}=(928.28 \text{ kg/día} \cdot 365) / (500 \text{ kg/m}^3)=677.65 \text{ m}^3/\text{año}.$$

Volumen de relleno sanitario= material de cobertura + residuos sólidos estabilizados.

$$\text{Volumen de relleno sanitario}=677.65 \text{ m}^3/\text{año} + 197.65 \text{ m}^3/\text{año} =875.29 \text{ m}^3/\text{año}.$$

Área de relleno = volumen de relleno sanitario/ profundidad promedio de relleno.

$$\text{Área de relleno activo} = 875.29 \text{ m}^3/\text{año} / 3 \text{ m} = 291.76 \text{ mts}^2$$

¹¹Residuos sólidos producidos en una semana son llevados al relleno durante los días de recolección es decir 7 de producción y 6 de recolección. (Dss*7/6)/ Densidad compacto (400-500 Kg/m3).

Área total= área por rellenar * F (factor para estimar el área adicional entre el 20-30 %).

Área total =291.76 mts² * 1.2 =350.12 m² = 0.04 hectáreas (para el año 2011).

b) Determinación de área y volumen de zanjas:

Desechos de solidos recolectado= Desecho solidos producido*cob.

Dsr=928.28 kg/día*0.8=742.62 kg/día.

Volumen de zanjas= (tiempo de vida útil*desechos sólidos recolectados*material de cobertura)/ densidad de los RSM en el relleno (Tiempo de vida útil 60 y 90 días).

Volumen de Zanja=(60*742.62 kg/dia*1.2) / 400 kg/m³= 133.67 m³.

Volumen a excavar por día=133.67 m³ / 60 =2.23 m³/día.

Dimensiones de celda para el volumen de 133.67 m³

Ancho=3m Profundidad= 3m largo= 14.85m.

Dimensiones de celda para el volumen de 2.23 m³/día.

Ancho=1m profundidad = 1m largo= 2.5m

Cuadro 6.14: Tabla de resultado para los diez años.

Años	Población	Vol. RS	Área de relleno activo	Dimensiones
2011	2698	875.29	350.12	3*3*14.85
2012	2731	886.05	704.54	3*3*15.03
2013	2764	896.64	1063.19	3*3*15.21
2014	2796	907.06	1426.01	3*3*15.39
2015	2827	917.32	1792.94	3*3*15.57
2016	2857	926.92	2163.71	3*3*15.73
2017	2886	936.18	2538.18	3*3*15.89
2018	2914	945.28	2916.29	3*3*16.04
2019	2940	953.89	3297.85	3*3*16.19
2020	2970	963.48	3683.24	3*3*16.35

El volumen acumulado de desechos sólidos del relleno sanitarios para los diez años de vida útil 9208.10 m³.

El material de cobertura acumulado del relleno sanitario para los diez años de vida útil 2079.25 m³.

6.5 Calculo hidrológico

Los cálculos hidrológicos utilizamos las siguientes ecuaciones:

1. $Sc = (H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}) / L$
2. $t_c = 0.0041 (3.28L / \sqrt{Sc})^{0.77}$.
3. $C = U_s * T_s * P_t$.
4. $Q = 0.2778 C I A$

a) Pendiente del terreno

$$Sc = (H_{\text{máx}} - H_{\text{mín}}) / L$$

$H_{\text{máx}}$ = Elevación Mayor; $H_{\text{mín}}$ = Elevación menor; L= longitud del cauces

$$Sc = (98.772 \text{ m} - 92.326 \text{ m}) / 65.88 \text{ m} = 0.11$$

b) Tiempo de concentración

$$T_c = 0.0041 (3.28L / \sqrt{Sc})^{0.77}$$

L= longitud de cauce; Sc: pendiente del terreno.

$T_c = 0.0041 [(3.28 * 65.88) / \sqrt{(0.11)}^{0.77}] = 0.60$ minutos para efectos de cálculo utilizamos un tiempo de 5 minutos para un tiempo de retorno de 25 años.

c) Coeficiente de escorrentía

$$C = U_s * T_s * P_t$$

Us: uso de suelo; Ts: tipo de suelo; Pt: pendiente del terreno.

Uso de suelo: zona suburbano 0.20.

Tipo de suelo: arcilloso 1.50.

Pendiente de terreno es de 11% se usa el valor de 2.50.

$$C = 0.20 * 1.50 * 2.50 = 0.75$$

Cuadro 6.15: selección de coeficiente de escorrentía.¹²

USO DEL SUELO	Us
Vegetación densa, bosques, cafetales con sombras, pastos	0.04
Malezas, cultivos perennes, parques campos deportivos	0.06
Sin vegetación o con cultivos anuales	0.1
Zonas suburbanas (viviendas, negocios)	0.2
Casco urbano y zona industriales	0.30 – 0.50
TIPO DE SUELO	Ts
Permeable (terreno arenoso, ceniza volcánica, pómez)	1
Semipermeable (terreno arcilloso – arenoso)	1.25
Impermeable (terreno arcilloso, limoso, marga)	1.5
PENDIENTE DEL TERRENO (%)	Pt
0.0 – 3.0	1
3.1 – 5.0	1.5
5.1 – 10.0	2
10.1 – 20.0	2.5
20.1 y mayores	3
C = Us * Ts * Pt	

d) Caudal promedio

$$Q = 0.2778 C I A$$

C: coeficiente de escorrentía I; intensidad de lluvia mm/hr Ac: área de la Cuenca.

Con una intensidad de lluvia de 165 mm/hr

$$Q = 0.2778 * 0.75 * 165 * (3484.01 / 1000000) = 0.1198 \text{ m}^3/\text{se.}$$

Cuadro 6.16: caudal promedio que genera la precipitación promedio anual.

Datos	A cuencam2	Hmax m	Hmin m	L.Cauce m	Sc	Tc	C	I mm/hr	Q m ³ /se.
	3484.01	99.772m	99.772m	65.88	0.33	0.6	0.75	165	0.1198

e) Diseño de canal perimetral para desviar aguas

En esta sección utilizamos la ecuación de Manning:

$$(Q n) / S^{1/2} = AR^{2/3}.$$

Datos:

Base propuesta: 0.30 m.

Q: 0.1198 m³/se

Talud: 1:1

¹²Hidrotecnia vial tabla 7 pag26

n: 0.013 (canal revestido con concreto) .Pendiente: 0.0790 L: 69.18 m.

Área hidráulica, perímetro húmedo y radio hidráulico en función del tirante dn.

$$A=b*d+ m d_n^2 = 0.3d + d_n^2$$

$$P= b+ 2 d \sqrt{1+m^2} = 0.30 + 2d \sqrt{1+1^2}. = 0.30 + 2.8284d.$$

$$\text{Radio hidráulico} = A / P = (0.3d + d_n^2) / (0.30 + 2.8284d).$$

Ecuación de Manning:

Sustituyendo los valores en la ecuación de Manning: $(Q n) / S^{1/2} = AR^{2/3}$

$$[(0.1198 \text{ m}^3/\text{se}) (0.013) / (0.0790)^{1/2}] = (0.3d + d_n^2) [(0.3d + d_n^2) / (0.30 + 2.8284d)]^{2/3}$$

$$0.0055 = (0.3d + d_n^2) [(0.3d + d_n^2) / (0.30 + 2.8284d)]^{2/3}.$$

Por medio de iteración se determinó el tirante normal= 0.0893 m.

$$A=b*d+ m d_n^2 = 0.3m (0.0893 \text{ m}) + (0.0893 \text{ m})^2 = 0.0347 \text{ m}^2.$$

$$P= 0.30 + 2.8284d = 0.30 + 2.8284 (0.0893) = 0.5525 \text{ m}.$$

$$RH = 0.0347\text{m}^2 / 0.5525 \text{ m} = 0.0628 \text{ m}.$$

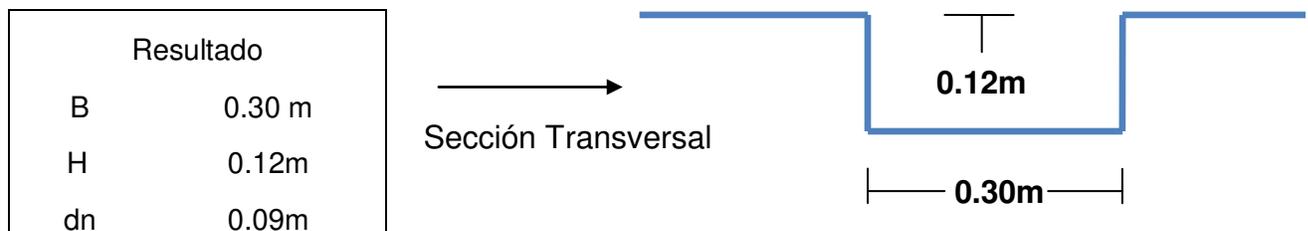
$$0.0055 = (0.3d + (0.0893^2_n) [(0.3d + 0.0893^2_n) / (0.30 + 2.8284 (0.0893))]^{2/3}.$$

$$0.0055 = 0.0060.$$

La velocidad = $0.1198 / 0.5525 = 0.2166 \text{ m/se} < 4.5 \text{ m/se}$. (Velocidad permisible).

$$H= 1.3 * d_n = 1.3 * 0.0893 \text{ m} = 0.1160 \text{ m}.$$

Cuadro 6.17: Resultado de cálculos para el diseño del canal.



6.6 Generación de Lixiviado

La generación de lixiviado se determinó en base a la precipitación media durante los meses de lluvia y el área del relleno activo.

Área del relleno actico: 4878.56 m²ts

Grado de compactación¹³: 20 %.

Cuadro 6.18: precipitación media durante los seis meses de invierno (Mayo-
Noviembre)

P Mayo-Nov mm/año	223.1	244.4	173.3	175.4	271.0	287.7	79.9	1454.9
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	------	--------

Calculo del caudal de lixiviado:

Pre. M/m²/día: (1.45 m /año) / (365/2) = 0.00797.

Caudal m³/día: (0.00797*4878.56*0.2) = 7.7782.

Caudal m³/se: 7.7782 m³/dia/ 86400 = 9.0025E-05.

Caudal lts/se: 9.0025E-05.* 1000= 0.0900.

El caudal de lixiviado por influencia de área se determinó en base a la siguiente ecuación: Caudal de diseño (lts/se): [(Pre. M/m²/día * área de celda * grado de compactación)/ (86400)] * (1000).

Ejemplo de cálculo:

Celda 1

Caudal de lixiviado: [(83.09* 0.00797* 0.2) / 86400] *1000 = 1.5333E-03

Celda 2

Caudal de lixiviado: [(74.81* 0.00797* 0.2) / 86400] *1000 = 1.3805 E-03.

El caudal de diseño es la acumulación: Q1+Q2+Q3...+ Qn.

Ejemplo: Celdas 1-24-47: 1.5333E-03 + 1.4984E-03 + 2.1766E-03 = 5.21E-03

lts/se = 5.21E-06 m³/se.

¹³El coeficiente de compactación se obtiene mediante la relación entre la densidad de la basura descargada en el relleno dividido entre la densidad de la basura estabilizada en el relleno. capítulo V pág. 181 propuesta de diseño. Depende del grado de compactación varía en los valores de 20-25% para relleno débilmente compactado con 0.4-0.7 t/m³. CEPIS Cap. V pág. 115.

Cuadro 6.19: Caudal de Diseño

Celdas	Qdis lts/seg	Qdis m ³ /seg
1-24-47	5.21E-03	5.20825E-06
2-25-48	4.60E-03	4.60373E-06
3-26-49	4.52E-03	4.52272E-06
4-27-50	4.46E-03	4.46348E-06
5-28-51	4.43E-03	4.43211E-06
6-29-52	4.40E-03	4.40055E-06
7-30-53	4.31E-03	4.3094E-06
8-31-54	4.28E-03	4.27766E-06
9-32-55	4.23E-03	4.22746E-06
10-33-56	4.17E-03	4.1697E-06
11-34-57	4.13E-03	4.13206E-06
12-35-58	4.09E-03	4.08519E-06
13-36-59	4.02E-03	4.02411E-06
14-37-60	3.95E-03	3.94882E-06
15-38-61	3.93E-03	3.9311E-06
16-39-62	3.87E-03	3.86652E-06
17-40-63	3.82E-03	3.81743E-06
18-41-64	3.80E-03	3.79676E-06
19-42-65	3.73E-03	3.73384E-06
20-43-66	3.71E-03	3.71428E-06
21-44-67	3.61E-03	3.61149E-06
22-45-68	3.62E-03	3.61721E-06
23-46-69	4.31E-03	4.30718E-06
Qtotal	9.52E-02	9.5201E-05

Cuadro 6.20: Resultado de generación de lixiviado en las área de la celda

Celda	Área mts ²	Pre.m/m ² /día	Qd lts/seg	K	Celda	Areamts ²	Pre.m/m ² /día	Qd lts/seg	K
1	83.09	0.0080	1.5333E-03	0.2	21	73.96	0.0080	1.3648E03	0.2
2	74.81	0.0080	1.3805E-03	0.2	22	74.07	0.0080	1.3668E03	0.2
3	73.23	0.0080	1.3513E-03	0.2	23	114	0.0080	2.1037E03	0.2
4	74.08	0.0080	1.3670E-03	0.2	24	81.2	0.0080	1.4984E03	0.2
5	74.03	0.0080	1.3661E-03	0.2	25	71.34	0.0080	1.3165E03	0.2
6	74.53	0.0080	1.3753E-03	0.2	26	71.56	0.0080	1.3205E03	0.2
7	73.24	0.0080	1.3515E-03	0.2	27	71.96	0.0080	1.3279E03	0.2
8	74.05	0.0080	1.3665E-03	0.2	28	72.03	0.0080	1.3292E03	0.2
9	74.07	0.0080	1.3668E-03	0.2	29	72.49	0.0080	1.3377E03	0.2
10	74.07	0.0080	1.3668E-03	0.2	30	71.66	0.0080	1.3224E03	0.2
11	74.24	0.0080	1.3700E-03	0.2	31	72.05	0.0080	1.3296E03	0.2
12	74.24	0.0080	1.3700E-03	0.2	32	72.05	0.0080	1.3296E03	0.2
13	74.07	0.0080	1.3668E-03	0.2	33	71.95	0.0080	1.3277E03	0.2
14	73.43	0.0080	1.3550E-03	0.2	34	72.09	0.0080	1.3303E03	0.2
15	74.03	0.0080	1.3661E-03	0.2	35	72.04	0.0080	1.3294E03	0.2
16	73.68	0.0080	1.3596E-03	0.2	36	72.02	0.0080	1.3290E03	0.2
17	73.8	0.0080	1.3619E-03	0.2	37	71.65	0.0080	1.3222E03	0.2
18	74.47	0.0080	1.3742E-03	0.2	38	72.13	0.0080	1.3310E03	0.2
19	73.71	0.0080	1.3602E-03	0.2	39	72.27	0.0080	1.3336E03	0.2
20	73.96	0.0080	1.3648E-03	0.2	40	72.28	0.0080	1.3338E03	0.2

Cuadro 6.20: Continuación

Celda	Área mts ²	Pre.m/m ² /día	Qd lts/seg	K	Celda	Areamts ²	Pre.m/m ² /día	Qd lts/seg	K
40	72.28	0.0080	1.3338E-03	0.2	55	82.97	0.0080	1.5311E03	0.2
41	72.78	0.0080	1.3430E-03	0.2	56	79.94	0.0080	1.4752E03	0.2
42	72.13	0.0080	1.3310E-03	0.2	57	77.59	0.0080	1.4318E03	0.2
43	70.87	0.0080	1.3078E-03	0.2	58	75.1	0.0080	1.3858E03	0.2
44	74.16	0.0080	1.3685E-03	0.2	59	71.98	0.0080	1.3283E03	0.2
45	74.16	0.0080	1.3685E-03	0.2	60	68.91	0.0080	1.2716E03	0.2
46	82.51	0.0080	1.5226E-03	0.2	61	66.87	0.0080	1.2340E03	0.2
47	117.95	0.0080	2.1766E-03	0.2	62	63.58	0.0080	1.1733E03	0.2
48	103.33	0.0080	1.9068E-03	0.2	63	60.79	0.0080	1.1218E03	0.2
49	100.3	0.0080	1.8509E-03	0.2	64	58.5	0.0080	1.0795E03	0.2
50	95.84	0.0080	1.7686E-03	0.2	65	56.5	0.0080	1.0426E03	0.2
51	94.12	0.0080	1.7368E-03	0.2	66	56.45	0.0080	1.0417E03	0.2
52	91.45	0.0080	1.6876E-03	0.2	67	47.59	0.0080	8.7819E04	0.2
53	88.63	0.0080	1.6355E-03	0.2	68	47.79	0.0080	8.8188E04	0.2
54	85.71	0.0080	1.5816E-03	0.2	69	36.9	0.0080	6.8093E04	0.2

La selección de tubería se realizó por el uso de la ecuación de Manning.

$$(Q n) / S^{1/2} = AR^{2/3}.$$

Ejemplo:

Celdas 1-24-47; L: 62.63 m; n: 0.009 (PVC); Eleva.Ini:94; Eleva. Final: 93.7. Caudal de diseño me/se.= 5.2083E-06; diámetro seleccionado: 6 pulgadas (0.150 m)

Diámetro Calculado: $[(Q n * 4 * 4^{2/3}) / (S^{1/2} * \pi)]^{3/8} = [(5.2083E-06 * 0.009 * 4 * 4^{2/3}) / (0.5/100)^{0.5} * \pi]^{3/8} = 0.00748 \text{ m}.$

Caudal lleno: $(AR^{2/3} S^{1/2}) / n: [(\pi * 0.15 \text{ m})^{0.5} / (4 * 0.15 \text{ m} / 4)^{2/3} / 0.009] = 0.0154 \text{ m}^3/\text{se}.$

Vel a tubo lleno= Caudal lleno* área = $0.0154 \text{ m}^3/\text{se} \cdot (3.14 \cdot 0.15^{0.5}) / 4 = 2.7161\text{E-}04$. Por tanto se selecciona una tubería no mayor de 0.150 m.

Cuadro 6.21: Hidráulica de Tuberías.

Tramo	Qd lt/seg	Qd m3/seg	Long mts	Elev In	Elev Final	Pendiente %		n	D cal mts	D selec mts	Qll (m3/s)	Qll (/s)	Vll m/seg	Qd/Qll
1-24-47	0.005208	5.20825E-06	62.63	94	93.7	0.48	0.5	0.009	0.00748	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0003387
2-25-48	0.004604	4.60373E-06	62.73	94	93.7	0.48	0.5	0.009	0.00714	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002994
3-26-49	0.004523	4.52272E-06	61.94	93.95	93.65	0.48	0.5	0.009	0.00709	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002941
4-27-50	0.004463	4.46348E-06	61.13	93.95	93.65	0.49	0.5	0.009	0.00706	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002903
5-28-51	0.004432	4.43211E-06	60.73	93.9	93.6	0.49	0.5	0.009	0.00704	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002882
6-29-52	0.004401	4.40055E-06	59.62	93.9	93.6	0.50	0.5	0.009	0.00702	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002862
7-30-53	0.004309	4.30940E-06	58.95	93.85	93.55	0.51	0.5	0.009	0.00696	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002802
8-31-54	0.004278	4.27766E-06	57.59	93.85	93.55	0.52	0.5	0.009	0.00695	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002782
9-32-55	0.004227	4.22746E-06	57.59	93.8	93.5	0.52	0.5	0.009	0.00691	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002749
10-33-56	0.004170	4.1697E-06	56.91	93.8	93.5	0.53	0.5	0.009	0.00688	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002711
11-34-57	0.004132	4.13206E-06	56.23	93.75	93.45	0.53	0.5	0.009	0.00686	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002687
12-35-58	0.004085	4.08519E-06	55.55	93.75	93.45	0.54	0.5	0.009	0.00683	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002657
13-36-59	0.004024	4.02411E-06	54.87	93.7	93.4	0.55	0.5	0.009	0.00679	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002617
14-37-60	0.003949	3.94882E-06	54.16	93.7	93.4	0.55	0.5	0.009	0.00674	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002568
15-38-61	0.003931	3.9311E-06	53.52	93.65	93.35	0.56	0.5	0.009	0.00673	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002556
16-39-62	0.003867	3.86652E-06	52.83	93.65	93.35	0.57	0.5	0.009	0.00669	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002514
17-40-63	0.003817	3.81743E-06	52.15	93.6	93.3	0.58	0.5	0.009	0.00665	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002482
18-41-64	0.003797	3.79676E-06	51.47	93.6	93.3	0.58	0.5	0.009	0.00664	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002469
19-42-65	0.003734	3.73384E-06	50.8	93.55	93.25	0.59	0.5	0.009	0.00660	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002428
20-43-66	0.003714	3.71428E-06	50.13	93.55	93.25	0.60	0.5	0.009	0.00659	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002415
21-44-67	0.003611	3.61149E-06	49.4	93.5	93.2	0.61	0.5	0.009	0.00652	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002349
22-45-68	0.003617	3.61721E-06	48.76	93.5	93.2	0.62	0.5	0.009	0.00652	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002352
23-46-69	0.004307	4.30718E-06	48.08	93.5	93.3	0.42	0.5	0.009	0.00696	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0002801
Qtotal	0.095201	9.5201E-05	91.3	93.5	93.2	0.33	0.5	0.009	0.02223	0.15	0.0154	15.3778	2.7161E-04	0.0061908

6.7. Calculo para tanque séptico y filtro anaeróbico

Entre las limitaciones que presento esta tesis fue la caracterización de lixiviado hasta el momento solo la ciudad de mateare tiene una caracterización de lixiviados por tal razón se decidió aplicar estos valores para el municipio de La Paz-Carazo.

Cuadro 6.22: Caracterización de lixiviado de Mateares aplicado a La Paz-Carazo.

Calidad de lixiviado		
PH	7.8	
Conductividad eléctrica	1438	ms/cm
Sólidos Totales (ST)	22110	mg/l
Sólidos Volátiles (SV)	6710	mg/l
Sólidos suspendidos Volátiles (SSV)	5185	mg/l
Sólidos suspendidos totales (SST)	3316.5	mg/l
Sólidos fijos (SF)	1090	mg/l
Sólidos Sedimentables (SSD)	150	mg/l
DBO 5	2057	mg/l
DQO	12204	mg/l
Grasas y aceites	64	mg/l
Alcalinidad total	1500	mg/l

Anteriormente se determinó una producción de lixiviado de 7.77 m³/día que genera debido a la precipitación media de la ciudad de La Paz- Carazo.

a) Cálculo de volumen útil para almacenamiento de solidos:

$$1. V1 = [[(SST) (Q) (0.7)(1-SSV) / (0.04)] (Tr)] / 109.$$

$$2. SSV = SV / ST = \text{solidos volátiles} / \text{solidos totales}.$$

$$3. SST = SST / ST = \text{solidos suspendido totales} / \text{solidos totales}$$

$$SSV = 6710 / 22110 = 0.3.$$

$$SST = 3316.5 / 22110 = 0.15.$$

$$SST = 0.15 * 3316.5 = 497.48.$$

$$V1 = [((497.48) (7.77) (0.7) (1-0.3) / (0.04)) * 180] / 109 = 0.85 \text{ m}^3 \text{ (volumen útil destinado almacenamiento de solidos).}$$

b) Volumen total de fosa

$V_u = Q \cdot TRH + V_1$ Volumen útil o total de la fosa.

$$V_u = (7.77 \cdot 0.79) + 0.85 = 7.00 \text{ m}^3.$$

Cuadro 6.23: El tiempo de retención hidráulico

CONTRIBUCION (Litros/día)		TIEMPO	
De	Hasta	Horas	Días
0	6,000	24	1.00
6,000	7,000	21	0.88
7,000	8,000	19	0.79
8,000	9,000	18	0.75
9,000	10,000	17	0.71
10,000	11,000	16	0.67
11,000	12,000	15	0.63
12,000	13,000	14	0.58
13,000	14,000	13	0.54
14,000	y mas	12	0.50

c) Cálculos para el volumen del filtro anaerobio de flujo ascendente:

$V_{uf} = 1.6 \cdot Q \cdot TRH$ Cálculos para el volumen del filtro anaerobio (FAFA):

$$V_{uf} = 1.6 \cdot 7.77 \cdot 0.79 = 9.83 \text{ m}^3$$

d) Diseño del tanque séptico

Su diseño está basado en las normas brasileñas:

- Ancho interno mínimo $b=0.80 \text{ m}$
- Altura mínima útil $h=1.2 \text{ m}$
- Relación entre L y b $2 \leq l/b \leq 4$
- Relación entre ancho (b) y altura útil (h), $b \leq 2h$

Cuadro 6.24: Dimensiones del tanque séptico

Tanque séptico		
si h	1.2	
V	7.00	
H	1.20	ok ≥ 1.2
L	4.00	
B	1.50	ok ≥ 0.8
H	0.18	
$2 \leq l/b \leq 4$		ok $2 \leq 2.66 \leq 4$
$B \leq 2h$		ok $1.5 \leq 2.4$
Cumple con las normas propuestas.		

Cuadro 6.25: Dimensiones de cámara

Cámara Número 1		
Longitud (m)		4.00
Ancho (m)		1.50
Prof. Lodos (m)		0.18
Profundidad (m)		1.38
Volumen (m ³)		8.25

Área útil 5% * área transversal de la fosa = $(1.50 * 4.00) (5/100) = 0.18 \text{ mts}^2$

Diámetro con 6" (0.102 m) = 0.00816714 mts^2 (área de tubería de 4 pulgadas).

Numero de orificios = $0.18/0.00816714 = 22$ orificios de 4 pulgadas.

Cuadro 6.26: cálculo de la altura de colocación del invert de los orificios
construidos por tubos de 4" (102mm).

H=2/3 h con h=1.2	0.8
sumergido	0.4

e) Filtro anaeróbico:

Su diseño está basado en las normas brasileñas:

- Ancho interno mínimo $b=0.95 \text{ mts}$
- Altura mínima útil $h=1.80 \text{ m}$

- Relación entre l (l) y altura útil (h) $L \leq 3h$
- Relación entre ancho (b) y altura útil (h) $b \leq 3h$

Cuadro 6.27: Dimensiones del filtro anaeróbico

Filtro Anaeróbico		
volumen	9.83	
si h	1.8	
H	1.8	ok
B	3	ok
l	1.85	
$L \leq 3h$	5.4	ok
$b \leq 3h$	5.4	ok
Cumple con las normas propuestas.		

7.8) Pozos de absorción.

Cuadro 6.29: Dimensiones de pozos de absorción

Pozo de absorción	
Q tanque séptico y FAFA m ³ /día	7.78
Capacidad de Absorción cm/seg	5.57×10^{-4} cm/seg.
Ancho del pozo (A) mts	2.5
Largo del pozo (L) mts	2.7
Profundidad Efectiva (PE) mts	3
Profundidad Tota ¹⁴ l (PT) mts	5
Tiempo de inf m/días	0.192

$$\text{Área requerida} = \text{Caudal} / T_{\text{inf}}^{15} = 7.78 / 0.192 = 40.51 \text{ mt}^2$$

$$\text{Área del fondo} = L * A = 2.50 * 2.70 = 6.75 \text{ mt}^2$$

¹⁴ En algunas ocasiones puede ser hasta 10 metros

¹⁵ Anexo tabla 7

Perímetro del pozo = $2A + 2L = (2 \cdot 2.50) + (2 \cdot 2.70) = 10.40 \text{ m}$

Área de absorción = $(A_p \cdot P_e) + A_F = (10.40 \text{ m} \cdot 3.00 \text{ m}^2) + 6.75 \text{ m}^2 = 37.95 \text{ m}^2$

Pozos requeridos = $\text{área requerida} / \text{área de absorción}$

Pozos requeridos = $64.82 \text{ m}^2 / 37.95 \text{ m}^2 = 1.07 \text{ m}$

Cuadro 6.29: Resultado de pozos de absorción

$A_{\text{req}} \text{ m}^2$	40.51
A de fondo	6.75
Perímetro del Pozo	10.4
$A_{\text{absorción}}$	37.95
Pozos Req	1.07

Cuadro 6:30: Esquema del sistema de tratamiento



6.9 Modulo de compostaje.

El manual para la elaboración de compost de bases conceptuales y procedimientos en la página 28 propone que la altura del módulo de compostaje sea la mitad de la base y que la mitad de la base no sea menor de 2 m debido a fluctuaciones de volúmenes son bruscas.

Cuadro 6.31: Dimensiones propuesta para módulo de compostaje

Bases	3 m
Altura	1.50 m

Volumen de desechos = $(928.28 \text{ kg/día}) (7/6) / 400 \text{ kg/m}^3 = 4 \text{ m}^3$.

Largo = Volumen de desechos / Dimensiones propuesta = $4 \text{ m}^3 / (3 \times 1.50) = 0.88 \text{ m}$

Cuadro 6.32: Resultados de módulo de compostaje.

Base	3 m
Altura	1.50 m
Largo	0.88 m

CAPÍTULO VII

Manual de Mantenimiento y Operaciones de un Relleno Sanitario

7.1 Consideraciones básicas para un adecuado Mantenimiento del Relleno Sanitario.

A diferencia de otras obras, la construcción de un relleno sanitario manual requiere de una constante supervisión y mantenimiento.

7.1.1 Supervisión¹⁶ y Mantenimiento.

Uno de los elementos más importantes en el relleno sanitario manual es el jefe o supervisor de aseo, quien debe organizar, dirigir y controlar las operaciones; además, debe contar con el pleno respaldo de la Administración Municipal.

Si el relleno sanitario manual no cuenta con una buena supervisión ni con un adecuado mantenimiento técnico y económico, fácilmente podrá convertirse en un botadero a cielo abierto, con todos sus perjuicios.

"Un relleno sanitario manual exige una constante supervisión para poder evitar fallas futuras"

Las vías de acceso, frente de trabajo, redes de drenaje pluvial y superficie terminada del relleno, deben mantenerse en buenas condiciones operativas.

Una vez concluidas las labores diarias, las herramientas deben dejarse limpias y, en caso de daños o quiebras, deben ser reparadas o sustituidas a la mayor brevedad.

Uno de los mayores problemas administrativos es el **abastecimiento de materiales**, del cual depende todo mantenimiento. Por lo tanto, es necesario planificarlo. Esto incluye la previsión de piezas y otros materiales que deben depositarse en el almacén del municipio. Es conveniente también llevar un control

¹⁶ RELLENOS SANITARIOS MANUALES- Ing. Álvaro Cantanhede. cap. 9.

de las herramientas e implementos suministrados a los trabajadores, tanto para su inventario como para establecer el tiempo de reposición por daños.

El control de moscas en el relleno no debe ni puede hacerse con insecticidas. Su excesivo empleo no sólo origina la contaminación del ambiente, sino que también desarrolla en las moscas resistencia a los insecticidas, lo cual a largo plazo no permite su control. Por lo tanto, debe disminuirse su uso al máximo.

En cambio, el cubrimiento con la tierra debe ser el método principal. No obstante, como las moscas llegan con las basuras en los vehículos recolectores y en ocasiones resulta notoria su presencia, se recomienda fumigar el área del relleno, con la periodicidad que se requiera en cada caso.

Es importante mantener limpias las áreas adyacentes al frente de trabajo diario, puesto que en algunas ocasiones, cuando se dejan acumular los papeles volantes arrastrados por el viento, se brinda un mal aspecto a la apariencia estética del relleno. Se aconseja que uno de los trabajadores, utilizando un saco o un costal, recoja todos estos **materiales dispersos** al término de la jornada diaria, y los deposite en el sitio donde se construye la celda.

En el área del relleno se deben evitar **las quemas** de papel, cartón, plásticos, etc. para no correr el riesgo de propiciar un incendio, dado que la descomposición de la basura produce metano que es un gas combustible; además, deteriora su aspecto asemejándolo a un botadero abierto.

Se debe conservar en buen estado el **drenaje pluvial periférico** (canal en tierra, cunetas) y la superficie del relleno. Asimismo el frente de trabajo debe tener drenajes para no perjudicar el movimiento de los vehículos.

Debido a la gran cantidad de material fino arrastrado por las agua que percolan en el interior del relleno, los drenajes se van colmatando poco a poco, lo que hace necesaria su limpieza. Se debe extraer este material de la zanja que conduce los **lixiviados** hacia el campo de infiltración, pues de lo contrario, con el tiempo se obstruirán y el líquido escurrirá por la superficie.

Debido a los asentamientos del relleno, al tránsito vehicular por encima de las celdas y demás, las **chimeneas de gases** se van deformando e inclinando, por lo que es necesario mantenerlas verticales a medida que se eleva el nivel del relleno, para evitar su obstrucción y pérdida.

7.1.2. Criterios para monitoreo y evaluación

Supervisión

Para mejorar la calidad del servicio de aseo en los municipios pequeños se recomienda contratar a un tecnólogo o promotor de saneamiento, quien tendrá las funciones de Jefe de Aseo Urbano o Supervisor de Aseo.

Este funcionario será entonces el encargado de coordinar tanto el relleno como todo el servicio de aseo, sirviendo de interlocutor entre los usuarios, los trabajadores y la administración.

Los administradores del servicio de aseo deben estar constantemente enterados de la calidad de las operaciones del relleno sanitario manual.

Entre otras funciones, el supervisor de aseo realizará las siguientes actividades específicas:

1. Dar las instrucciones y distribuir adecuadamente las tareas asignadas con base en la programación definida por la dirección en lo que respecta a cada una de las actividades del servicio (recolección, transporte y disposición final de basuras).
2. Velar por la eficiencia y calidad del servicio, planificando el abastecimiento y mantenimiento de materiales, herramientas y equipos necesarios para el buen desempeño de las labores.
3. Ejercer los controles del caso, tanto en la recolección como en el propio relleno sanitario manual.
4. Informar periódicamente sobre el desarrollo de las actividades y anomalías que se presenten.

5. Dentro de lo posible, se recomienda que las personas que hayan recibido una adecuada capacitación en las distintas actividades del aseo urbano - especialmente en la construcción y operación del relleno sanitario manual- no sean cambiadas con frecuencia, pues esto se traduce en bajas eficiencias y mayores costos.

7.1.3 Indicadores de productividad

Para mantener un adecuado manejo de las distintas actividades, el administrador del servicio de aseo tendrá que analizar dos aspectos fundamentales: los costos y la productividad.

Dado que el relleno sanitario manual es una obra en permanente construcción y operación, es necesario tener algunos indicadores que permitan establecer comparaciones con otras actividades del servicio de aseo, así como con otras obras similares de la Región, a fin de evaluar rendimientos y costos. A pesar de la poca magnitud de esta obra de saneamiento básico es importante realizar evaluaciones periódicas para mantener buen control.

Cuadro 7.1: Indicadores para evaluación del relleno sanitario

Indicador	Unidades
Producción total de basura	Kg/día
Población urbana * PPC	Kg/día
Costo de financiación del relleno sanitario manual (Inv.in del RSM/ Total presupuesto municipal)*100	%
Cobertura de disposición final	%
(toneladas dispuesta * día / obreros RSM) *100	%
Eficiencia personal en disposición final	Ton/hom-día
(Toneladas dispuesta * día / obreros RSM)*100	Ton/hom-día
Costo disposición final	\$/ton
(Costo de operación del RSM*año/ toneladas dispuesta por año	\$/ton
Costo de capital por tonelada de basura	\$/ton
Costo unitario total del relleno	\$/ton
Cu+Cuo	

7.1.4 Control de operaciones

1. Ingreso de materiales (basura y tierra):
2. Cantidad (peso y volumen estimado)
3. Procedencia (sector del área urbana)
4. No se recibirán residuos sólidos que no hayan sido autorizados por la administración del relleno sanitario manual.
5. Ingreso de vehículos y visitantes.
6. Horario del personal empleado.
7. Mantenimiento de las herramientas.
8. Ocurrencias extraordinarias.

7.1.5 Control de construcción

Es importante mantener el alineamiento de las plataformas, así como los niveles señalados para las alturas de las celdas, los cuales se podrán controlar con base en los planos de diseño del proyecto, o incluso por simple observación. Las pendientes de los taludes deben brindar la estabilidad que se requiere para la obra de acuerdo con la topografía del terreno.

a) Método de construcción.

El método de construcción debido a la modificación de terreno es del método de área (los residuos se depositara sobre la superficie), la disposición final de los residuos sólidos ira de la cota 93.25 hasta llegar a la cota 94 durante los 10 de proyección del vertedero dicha modificación del terreno inicia desde la estación 0+070- 0+170. Dicho conocimiento dará una visión del inicio del uso del vertedero y la forma de la disposición final de los desechos sólidos.

b) Celdas.

La celdas son de dimensiones de 3*3*14.85 (3.*3*15 para efectos de construcción) con uso de 60 días. Diariamente las dimensiones de las celdas son 1*1*2.5 (1*1*3 para efectos de construcción) con una separación de un metro entres celdas

c) Manejo de líquido percolador.

Se contempla la construcción de un sistema de drenaje (tuberías de 6") que capture los lixiviados los cuales se encausara con una pendiente del 0.5% del terreno aun sistema de tratamiento que posteriormente se descargara en un cauce que está situado a 3 metros del relleno sanitario.

Se puede utilizar material fino como recubrimiento para no permitir el paso del agua. Se debe captar los lixiviados y tratarlos adecuadamente, en lagunas de evaporación. Cuando sean excesivas las cantidades producidas de lixiviados estas se recircularán a las celdas activas del relleno sanitario. El uso de cualquier otro sistema de tratamiento debe solicitar su autorización de MARENA, MINSA.

La acumulación de aguas de lluvias provocadas por efectos de los asentamientos diferenciales deber ser retiradas por medio de bombeos y conjuntamente se deber realizar rellenos de las depresiones.

Si la producción de líquidos es muy alta, se debe construir un depósito de acumulación donde se almacenara para posteriormente recircularlos a la mas de residuos si el caso lo amerita.

Si por razones climáticas o de operaciones, el líquido no puede ser recirculado, se almacenara en un depósito de acumulación que permitirá su confinamiento y posterior incorporación en la línea de impulsión que descarga en las lagunas de oxidación.

d) Canales perimetrales.

Con el objetivo que las aguas de lluvias se introduzca en el área de relleno activo se construirá canales rectangulares de dimensiones de 0.30 cm de base y 0.12 cm de altura. Es de vital importancia mantener estos canales limpios.

e) Señales y sectorización.

1. Todos los sectores estarán debidamente señalizados, así como los caminos de acceso e interiores.
2. Se definirán las áreas y vías de evacuación frente a eventualidades como incendios.
3. Se contara con instalaciones para los trabajadores.
4. Se contralora y llevara un registro de todas las personas que ingresen al recinto.
5. Se contralora todo vehículo de transporte de basura que ingrese al relleno sanitario.
6. Solo se podrá consumir alimentos en las áreas específicamente destinadas.
7. El cierre perimetral y el portón deberán mantenerse en perfecto estado.

f) Biogás.

Para evitar que el gas se acumule en el interior del relleno o migre hacia terrenos vecinos o a la atmosfera:

1. Construcción de drenes verticales (chimeneas) desde el fondo del relleno sanitario, para permitir la evacuación del biogás. Estos drenes deberán colocarse equidistante formando un reticulado lo más perfecto.
2. Diariamente se debe proceder a revisar las chimeneas.
3. Verificación de la calidad de la cobertura de las celdas.

g) Seguridad laboral.

Por el tipo de labores que se desarrollan en el relleno sanitario, es indispensable contar con un programa que este orientado a proteger al trabajador de determinados riesgos inherentes a sus faenas. Podemos considerar las siguientes medidas:

1. Capacitación de personal con respecto a los riesgos involucrados con el manejo de residuos, como desarrollar sus labores sin poner en riesgo su seguridad personal, como manipular los productos y materiales a usar, durante la ejecución del proyecto.
2. La municipalidad proporcionara los elementos de protección persona de acuerdo a los riesgos que presente cada operación o trabajo.
3. Se debe establecer programa específico de saneamiento básico e higiene personal.
4. El personal debe estar uniformado y entrenado en programas de contingencia, tales como incendios, migraciones de gases, movimiento sísmico.

Capítulo VIII

Estudio de impacto ambiental en el relleno sanitario La Paz-Carazo

El nuevo relleno está situado 1 ½ km del casco urbano. El proyecto se llevara en un área de 10080 m². Se realizara el diseño para un periodo de 10 años, el cual beneficiara al sector urbano del municipio de La Paz-Carazo que cuenta con una población de 2698 habitantes.

El municipio de La Paz-Carazo tiene una composición orgánica de 90.19% y la parte inorgánica 9.81. El municipio posee un producción perca pita de 0.57 kg/día-hab.

Cuadro 8.1: Composición física de los desecho sólidos.

Tipos	%
Vidrios	0.16
Metales	0.33
Tela	4.74
Papel Cartón	1.47
Hule	0.33
Plásticos	2.29
Madera	0.49
Resto de comida	13.56
Resto de Jardín	76.64
TOTAL	100.00

Fuente: Caracterización de los Residuos Sólidos (Mayo-2011)

De la composición actual se destinara a las celdas solo el 60%, un 20% será en reciclaje y un 20% a compostaje.

Para realizar el estudio de impacto ambiental es necesario realizarlo en sus tres etapas.

a) Etapa de construcción

Como primera fase se observa que el movimiento de tierra será uno de los principales factores que afecten el recurso suelo. Cabe señalar que para este sitio la tala de árboles de 0 mts² no se realizara corte de árboles en la zona

El área total del relleno es de 10080 mts² de esta solo 4668 mts² será destinado para el relleno activo donde se ubicaran las celdas para la disposición final de los desechos sólidos. El área de ubicación del relleno activo (disposición final de las celdas.



Imagen 12: Condición Actual del Terreno

La configuración del terreno inicia a partir de la estación 0+070 tendremos un movimiento de tierra de 9225.92 mts³ que se realizara con una pendiente del 0.5% para la evacuación del lixiviado. Este movimiento de tierra es necesario para dar una uniformidad al terreno que facilite la disposición de las celdas y a la vez en el diseño de las tuberías para la evacuación del lixiviado.

Uno de los principales factores afectado será el suelo que al pasar la maquinaria compactara el suelo generando la disminución de filtración del suelo así como el cambio de su geomorfología.

Para mantener en niveles bajo en la generación de polvo se utilizara altos consumos de agua.

El movimiento de tierra más la maquinaria afectara la atmosfera en el sitio produciendo ruidos y partículas de polvo. Cabe señalar que en los alrededores del terreno donde se construirá el relleno sanitario no existe vivienda cercana que afecten a la población, el relleno sanitario está situado en camino a otras comunidades, las personas que utilizan esta misma vía estarán expuestas en ese tramo del camino por la maquinaria y el movimiento de tierra.

Las que sí estarán expuestas a correr riesgo de salud son los trabajadores que están involucrados en el proceso de construcción, estarán expuestos a intensos niveles de ruidos y polvo que puede presentar complicaciones para su salud, por tal razón se debe preparar con antelación un plan de mitigación y prevención para las personas involucradas en el proceso de construcción del relleno sanitario.

En impacto en parte socioeconómico será de manera relativa porque la construcción del terreno será generadora de empleo pero al mismo tiempo existirá un impacto negativo con las tierras aledañas al relleno donde producirá una pérdida de valor.

b) Etapa de operación

Debido a la acumulación de residuos en cada una de las trincheras, principalmente los de origen orgánico, se puede dar una contaminación del suelo, debido a la producción constante de lixiviados que se estima en un $7.77 \text{ m}^3/\text{día}$ que serán evacuados hacia una zona de tratamiento para posterior descargue. Los lixiviados serán procesados por una planta de tratamiento que se rigen por las normas brasileñas.

En la fase de operación del relleno durante los 10 años de proyección se estimó un volumen del relleno sanitario de 9225.92 m^3 (capacidad volumétrica del sitio 14142.75 m^3) y un material de cobertura de 2079.25 m^3 .

El paisaje del sitio será afectado por las descargas de los residuos, se empezarán a manifestar, provocándose afectaciones de tipo visual y perceptivo debido la presencia de residuos sólidos en el ámbito natural.

Como impacto positivo será en la salud por la disminución de enfermedades provocadas por vectores puesto que los residuos sólidos estarán tirados, en calles, cauces, sino que estarán ubicadas en un solo sitio. (Relleno Sanitario).

En las condiciones socioeconómicas durante la fase de operación del relleno, se producirán nuevos empleos, para el desempeño de las distintas actividades a realizarse en el área del relleno.

Así como la generación de ingreso a la comuna si esta posee un plan integral de reciclaje.

El recurso agua no se verá afectada debido a que nivel freático está a 171 mts.

c) Etapa de abandono

Después de haber depositado residuos de origen domiciliarios, sobre el suelo del área del relleno, éste no podrá ser utilizado para actividades agropecuarias y de urbanización, únicamente podrá ser utilizado para fines ornamentales y de conservación.

Debido al origen del suelo (arcilloso); donde está ubicado el relleno, las fuentes de agua subterráneas, no se verán afectadas debido a que este tipo de suelos, presentan la característica de ser impermeables impidiendo la infiltración de lixiviados, hacia el nivel freático.

Los impactos sobre el paisaje, en esta fase serán positivos, ya que se tendrá una mejor percepción visual por las obras de reforestación y el retiro de infraestructura del relleno.

Los impactos sobre la salud de trabajadores en la comunidad, será mínima ya que no se seguirán depositando residuos en la zona, disminuyendo las probabilidades de generación de enfermedades, producto del abandono del relleno sanitario.

Con el abandono del relleno, las condiciones económicas de las personas que recibían un salario por trabajar en el relleno, se verá disminuida porque ya no recibirán ese ingreso mensual.

Cuadro 8.2: Demanda ambiental del relleno sanitario La Paz-Carazo

Recurso	Unidad
tala de arboles	0 m2
Movimiento de tierra	9225.92
Volumen de relleno sanitario	9208.10 m3
Material de cobertura a emplear	2079.25 m3
Volumen de lixiviado	7.77 m3/dia

Resultados

- a) Producción per cápita de 0,57 kg/hab-día.
- b) Población urbana de diseño (2970) del municipio con una tasa de crecimiento del 1.2%.
- c) Se pretende destinar al relleno sanitario el 60% de los residuos sólidos recolectados en el municipio.
- d) Distancia a la ciudad de 1500 m.
- e) Suelo arcilloso.
- f) Nivel freático 124 m.
- g) Dimensiones de la celdas 17 m de largo por 3 m de ancho
- h) El método de construcción-Método de las áreas.
- i) Movimiento de tierra de 9225.92m^3 .
- j) A partir de la estación 0+070 y pendiente del 0.5% (0.5-3 %).
- k) Precipitación media anual 1495.8 mm/año.
- l) Tubería de recolección de lixiviado ($7.78\text{ m}^3/\text{día}$) menor de 6 pulg.
- m) Canales perimetrales rectangulares de 0.30 base por 0.12 m de alto.
- n) Camino de 3 a 5 m de ancho para operación de camiones.
- o) Área del relleno activo (área de confinamiento de los residuos sólidos) 3683.24 m^2 .
- p) Tratamiento de lixiviado tanque séptico dimensiones de $1.20*4*1.50$.
- q) Filtro anaeróbico dimensiones $1.8*3*1.85$.
- r) Pozo de absorción 1.
- s) Chimeneas para gases situadas a cada 20 m (máximo 30 m).

Conclusiones

De la caracterización del municipio se obtuvo una producción per cápita de 0.57 kg/hab/día dicho valor se determinó 9208.10 m³ contemplado para diez años. Con dicho volumen se concluye que se necesitara 3683.24 m² de relleno activo es decir el área donde se dispondrá los residuos sólidos proveniente especialmente del casco urbano de la ciudad.

En el área de relleno activo se dispondrán celdas con las siguientes dimensiones de 3*3*17 m dichas zanjas en promedio tiene un volumen 140.62 m³. Estos datos se proponen con el 60% de residuos sólidos al relleno sanitario.

En cuanto a la composición física de los desechos se sabe que 90.19% es orgánico por tanto es posible la recuperación de materia orgánica en abono a través del compostaje con respecto a la orgánica existe la posibilidad de reutilizar esos materiales como materia prima para esta tesis existe un 7% de materia reutilizable. Por tal razón se expresa que el reciclaje como forma de recuperación de materia prima es una alternativa integral en el relleno sanitario y que además le da un valor agregado a algo que se considera basura.

Del levantamiento topográfico se obtiene un movimiento de tierra 9225.92 m³ el cual se realizara solo en el área del relleno activo. Se realizará una modificación en el terreno debido a la irregular que es el terreno por el cual se propuso llevar a la cota 94 que no exigiera mucho movimiento de tierra. Dicha modificación inicia en la estación 0+070 que corresponde al eje A-K hasta la estación 0+170. Dicha modificación nos conlleva a utilizar el método de área como método de construcción del relleno sanitario. A dicha modificación se realizó con una pendiente de 0.5% con el objetivo de encausar los lixiviados en una sola dirección es decir de oeste-este.

La producción de lixiviado debido a la precipitación media se estimó en 7.78m³/día, en cual será conducido por tuberías de 4" o 6" pulgadas de diámetro las cuales serán llevadas a una sistema de tratamiento con las dimensiones para el tanque séptico de 1.50*4*1.20 y una profundidad de lodos de 0.18 mts, así este

sistema contara con filtro anaeróbico de flujo descendente de 3*185*180 m se necesitara solo un pozo de absorción con una profundidad entre 5 y 10 m.

Con respecto a las posibles escorrentía que puede llegar al área de relleno activo se dispondrá de un canal de 0.30*0.12 m de forma rectangular que impedirá el paso al sitio y disminuirá la producción de lixiviados.

Limitaciones de la Monografía

- a) Falta de estudio de calidad de lixiviado del municipio para esta tesis se utilizó las característica de lixiviados de Mateares. Cabe señalar que la falta de estos datos es por la falta de estudio de estos mismo no solo en el municipio si no en el resto del país.

Recomendaciones

Entre las recomendaciones se propone la siguiente:

- Capacitar a la población en general para la disposición adecuada de los residuos sólidos.
- Capacitar a los trabajadores que estarán en contacto directo en el relleno sanitario.
- Efectuar caracterización de residuos sólidos en tiempo distinto elaborado en esta monografía.
- Efectuar estudio de suelo en cuanto a la infiltración del suelo.
- Caracterización de calidad de lixiviado.
- Llevar un control de todos los procesos detallados expuesto en el manual de operaciones para el relleno sanitario.
- Cumplir con las normas vigentes de en cuanto a la disposición de desechos sólidos.
- Utilizar esta monografía como guía de construcción y operación del relleno así como integrar nuevos elementos a esta guía.
- Hacer uso del reciclaje como parte integral de la disposición final de los desechos.
- Mejorar el sistema de cobertura realizando un diseño adecuado de ruta para el municipio.
- Capacitar a los trabajadores en aspecto técnicos de mantenimiento y operaciones como en la pilas de tratamiento para lixiviado, disposición final de los residuos en la celda, etc.
- Integrar innovadoras propuestas en cuanto al mantenimiento y operación del relleno sanitario.
- Las zanjas se llenaran con material rocoso de 4 a 6 pulgadas.
- La compactación diaria se realizará con capas de tierra de 0.10 a 0.15 metros, sobre capas de desechos de 0.20 a 0.30 metros.
- La compactación para el cierre de la celda activa se realizará en capas de 0.40 a 0.60 metros de tierra, en dos etapas, cada una de 0.20 a 0.30 metros

con un intervalo de 1 mes aproximadamente para tratar de cubrir los asentamientos que se produzcan en la primera etapa de compactación. Se debe lograr un coeficiente de permeabilidad menor o igual de 1×10^{-5} centímetros por segundo (cm/seg). Luego se recubrirá con tierra vegetal con pendiente suave para evitar la acumulación de agua.

- La separación mínima entre zanjas será de un m.
- Chimeneas para gases situadas a cada 20 m (máximo 30 m).
- La altura de celda oscilará entre 1 y 2.5 metros.
- Diseñar alcantarillado sanitario.
- Drenaje pluvial.

BIBLIOGRAFÍA

1. GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES.OPS/CEPIS/PUB/02.93.OPS/CEPIS/04/IT-634-CAPITULO 3-5.
2. NORMA TÉCNICA PARA EL CONTROL AMBIENTAL DE LOS RELLENOS SANITARIOS PARA LOS DESECHOS SÓLIDOS NO-PELIGROSOS MARENA.NTON 05 013 – 01 CAP. 4-6.
3. GUIA DE CARACTERIZACION DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS.OPS/CEPIS/04/IT-634 ANEXO II PAG. 67-70
4. *PLAN INTEGRAL MANEJO DE DESCHOS SOLIDOS DEL MUNICIPIO DIRIAMBÁ-UCA* -AUTOR ANA PAOLA LACAYO-ARELYS LOPEZ PERALTA 2010- CAP. III-PAG. 20.
5. LEONARDO CASANOVA *MANUAL DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO* CAP.7 PAG. 7-21.
6. FRANCISCO APARICIO. *FUNDAMENTOS DE HIDROLOGIA SUPERFICIAL* LIMOSA GRUPO NORIEGA EDITORES CAP.7
7. GUSTAVO SILVA *HIDROLOGIA APLICADA* -BOGOTA COLOMBIA CAP III.
8. GUSTAVO SILVA *ELEMENTOS Y ESTRUCTURA DE DRENAJES* -BOGOTA COLOMBIA CAP. I
9. *DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA DISPOCION FINAL DE LOS DESECHOS*-DIEGO JERONIMO GONZALES-ING.MON 378.242 2010.
10. RELLENOS SANITARIOS Y TRATAMIENTO DE RESIDUOS LIQUIDOS DE MATADERO MUNICIPALES- RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE MATEARE PROYECTO REALIZADOS POR CAM-PROFIM.
11. ING. JOSE ANGEL BALTODANO-2009.*HIDROTECNIA DE VIALES* FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION PAG 18,20.
12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE UN RELLENO SANITARIO CONDEGA PAG 12-15.

13. NORMAS NICARAGUENSES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. CAP 10
PAG 48,49, 50.
14. PROPUESTA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO-UNIVERSIDAD DE
ORIENTE SAN MIGUEL EL SAVALDOR CAPITULO 4.
15. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE LA
CIUDAD DE CONDEGA.
16. PEDRO RUIZ *HIDRAULICA DE CANALES* CAPITULO II.
17. CARLOS IBARRA *DIAGNOSTICO RESIDUOS SOLIDOS EN EL
DEPARTAMENTO DE CARAZO-2008* PAG 10-26.
18. ING. ÁLVARO CANTANHEDE *RELLENOS SANITARIOS MANUALES*-. cap. 9.
19. LA PRENSA LUNES 22 DE FEBRERO 2007 - ING. MICHAEL HUHN (CIM/GTZ).
*EI AUTOR ES INGENIERO AGRONOMO Y AMBIENTAL (MANEJO DE
DESECHO SOLIDOS Y RECICLAJE).*
20. RODRIGO VELASQUE CLAVIJO *-TESIS DISEÑO DE UNA RED DE
CAPTACION Y EQUIPO DE QUEMADO DE BIOGAS PARA EL RELLENO
SANITARIO COIPUE. PAG 115*

ANEXO

Año	poblacion	Pop. Urbana	p.p.c Kg/dia	DSd (Kg/dia)	Dsd (ton/anual)	Acumulado ton	Residuos Solidos compactados		Material de cobertura		R.S Estabilizados
							Vol.compa m3/dia	Vol.comp m3/año	m.c m3/dia	m.c m3/año	m3/año
2011	5290	2698	0.57	1547.14	564.70	564.70	4.51	1647.05	0.90	329.41	1129.41
2012	5355	2731	0.57	1566.15	571.64	1136.35	4.57	1667.29	0.91	333.46	1143.29
2013	5419	2764	0.57	1584.86	578.48	1714.82	4.62	1687.22	0.92	337.44	1156.95
2014	5482	2796	0.57	1603.29	585.20	2300.02	4.68	1706.83	0.94	341.37	1170.40
2015	5544	2827	0.57	1621.42	591.82	2891.84	4.73	1726.14	0.95	345.23	1183.64
2016	5602	2857	0.57	1638.38	598.01	3489.85	4.78	1744.20	0.96	348.84	1196.02
2017	5658	2886	0.57	1654.76	603.99	4093.84	4.83	1761.63	0.97	352.33	1207.98
2018	5713	2914	0.57	1670.85	609.86	4703.70	4.87	1778.76	0.97	355.75	1219.72
2019	5765	2940	0.57	1686.06	615.41	5319.11	4.92	1794.95	0.98	358.99	1230.82
2020	5823	2970	0.57	1703.02	621.60	5940.71	4.97	1813.01	0.99	362.60	1243.20

Relleno Sanitario		Area requerida m2			
m3	Acumulado	Area relleno	Area total	Area relleno Ha	Area total Ha
1458.82	1458.82	486.27	583.53	0.05	0.06
1476.74	2935.56	978.52	1174.23	0.10	0.12
1494.39	4429.96	1476.65	1771.98	0.15	0.18
1511.77	5941.73	1980.58	2376.69	0.20	0.24
1528.86	7470.59	2490.20	2988.24	0.25	0.30
1544.86	9015.45	3005.15	3606.18	0.30	0.36
1560.30	10575.75	3525.25	4230.30	0.35	0.42
1575.47	12151.22	4050.41	4860.49	0.41	0.49
1589.81	13741.03	4580.34	5496.41	0.46	0.55
1605.80	15346.84	5115.61	6138.73	0.51	0.61

Tabla 1 Resultados 100% de los residuos solidos

Tabla 2 Resultados para el 60% de los residuos solidos

Año	poblacion	Pop. Urbana	p.p.c Kg/día	DSd (Kg/día)	Dsd (ton/anual)	Acumulado ton	Residuos Solidos compactados		Material de cobertura		R.S Estabilizados m3/año
							Vol.compa m3/día	Vol.comp m3/año	m.c m3/día	m.c m3/año	
2011	5290	2698	0.57	928.28	338.82	338.82	2.71	988.23	0.54	197.65	677.65
2012	5355	2731	0.57	939.69	342.99	681.81	2.74	1000.38	0.55	200.08	685.97
2013	5419	2764	0.57	950.92	347.09	1028.89	2.77	1012.33	0.55	202.47	694.17
2014	5482	2796	0.57	961.97	351.12	1380.01	2.81	1024.10	0.56	204.82	702.24
2015	5544	2827	0.57	972.85	355.09	1735.10	2.84	1035.68	0.57	207.14	710.18
2016	5602	2857	0.57	983.03	358.81	2093.91	2.87	1046.52	0.57	209.30	717.61
2017	5658	2886	0.57	992.86	362.39	2456.30	2.90	1056.98	0.58	211.40	724.79
2018	5713	2914	0.57	1002.51	365.92	2822.22	2.92	1067.25	0.58	213.45	731.83
2019	5765	2940	0.57	1011.63	369.25	3191.47	2.95	1076.97	0.59	215.39	738.49
2020	5823	2970	0.57	1021.81	372.96	3564.43	2.98	1087.80	0.60	217.56	745.92

Continuación: Tabla 2 Resultados para el 60% de los residuos sólidos

Relleno Sanitario		Area requerida m2			
m3	Acumulado	Area relleno	Area total	Area relleno Ha	Area total Ha
875.29	875.29	291.76	350.12	0.03	0.04
886.05	1761.34	587.11	704.54	0.06	0.07
896.64	2657.97	885.99	1063.19	0.09	0.11
907.06	3565.04	1188.35	1426.01	0.12	0.14
917.32	4482.35	1494.12	1792.94	0.15	0.18
926.92	5409.27	1803.09	2163.71	0.18	0.22
936.18	6345.45	2115.15	2538.18	0.21	0.25
945.28	7290.73	2430.24	2916.29	0.24	0.29
953.89	8244.62	2748.21	3297.85	0.27	0.33
963.48	9208.10	3069.37	3683.24	0.31	0.37

DSd (Kg/dia)	Dsr kg/dia	Vol Zanja m3	Vol Zanja m3/dia	Dimensiones	Dimensiones	L
928.28	742.62	133.67	2.23	3*3*14.85	1*1*2.5	14.85
939.69	751.75	135.31	2.26	3*3*15.03	1*1*2.5	15.03
950.92	760.73	136.93	2.28	3*3*15.21	1*1*2.6	15.21
961.97	769.58	138.52	2.31	3*3*15.39	1*1*2.6	15.39
972.85	778.28	140.09	2.33	3*3*15.57	1*1*2.6	15.57
983.03	786.42	141.56	2.36	3*3*15.73	1*1*2.7	15.73
992.86	794.29	142.97	2.38	3*3*15.89	1*1*2.7	15.89
1002.51	802.01	144.36	2.41	3*3*16.04	1*1*2.7	16.04
1011.63	809.31	145.68	2.43	3*3*16.19	1*1*2.7	16.19
1021.81	817.45	147.14	2.45	3*3*16.35	1*1*2.8	16.35

Tabla 3 Resultados para el 40% de los residuos sólidos

Año	poblacion	Pob. Urbana	p.p.c Kg/día	DSd (Kg/día)	Dsd (ton/anual)	Acumulado ton	Residuos Sólidos compactados		Material de cobertura		R.S Estabilizados
							Vol.compa m3/día	Vol.comp m3/año	m.c m3/día	m.c m3/año	m3/año
2011	5290	2698	0.57	618.85	225.88	225.88	1.80	658.82	0.36	131.76	451.76
2012	5355	2731	0.57	626.46	228.66	454.54	1.83	666.92	0.37	133.38	457.31
2013	5419	2764	0.57	633.95	231.39	685.93	1.85	674.89	0.37	134.98	462.78
2014	5482	2796	0.57	641.32	234.08	920.01	1.87	682.73	0.37	136.55	468.16
2015	5544	2827	0.57	648.57	236.73	1156.74	1.89	690.46	0.38	138.09	473.45
2016	5602	2857	0.57	655.35	239.20	1395.94	1.91	697.68	0.38	139.54	478.41
2017	5658	2886	0.57	661.90	241.60	1637.54	1.93	704.65	0.39	140.93	483.19
2018	5713	2914	0.57	668.34	243.94	1881.48	1.95	711.50	0.39	142.30	487.89
2019	5765	2940	0.57	674.42	246.16	2127.64	1.97	717.98	0.39	143.60	492.33
2020	5823	2970	0.57	681.21	248.64	2376.28	1.99	725.20	0.40	145.04	497.28

Continuación Tabla 3: Resultados para el 40% de los residuos sólidos

Año	Relleno Sanitario		Area requerida m2			
	m3	Acumulado	Area relleno	Area total	Area relleno Ha	Area total Ha
2011	583.53	583.53	194.51	233.41	0.02	0.02
2012	590.70	1174.23	391.41	469.69	0.04	0.05
2013	597.76	1771.98	590.66	708.79	0.06	0.07
2014	604.71	2376.69	792.23	950.68	0.08	0.10
2015	611.55	2988.24	996.08	1195.29	0.10	0.12
2016	617.94	3606.18	1202.06	1442.47	0.12	0.14
2017	624.12	4230.30	1410.10	1692.12	0.14	0.17
2018	630.19	4860.49	1620.16	1944.20	0.16	0.19
2019	635.92	5496.41	1832.14	2198.57	0.18	0.22
2020	642.32	6138.73	2046.24	2455.49	0.20	0.25

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN	
MUY ARENOSO	20-25 mm/h
ARENOSO	15-20 mm/h
LIMO-ARENOSO	10-15 mm/h
LIMO-ARCILLOSO	8-10 mm/h
ARCILLOSO	< 8 mm/h

Tabla 4 Datos de infiltración para diferentes tipos de suelo.

(CIRA – CARA, 2003).	
Tipo de suelo	Infiltración básica (mm/h)
Arena	Más de 30
Limo arenoso	20 – 30
Limo	10 – 20
Limo arcilloso	5 – 10
Arcilla	1 – 5

Tabla 4 Datos de infiltración para diferentes tipos de suelo

Datos	
Población urbana inicial	2698.00
Densidad compacta	400 kg/m ³
Densidad Estabilizada	500 kg/m ³
Producción per cápita	0.57
Tasa de crecimiento	1.2
Facto de maniobra	20%
Profundidad del RS	3 m

Tabla 5 Datos Iniciales

 INSTITUTO NICARAGUENSE DE ESTUDIOS TERRITORIALES DIRECCION GENERAL DE METEOROLOGIA RESUMEN METEOROLOGICO ANUAL													
Estación: - CAMPOS AZULES / MASATEPE										Latitud: 11° 53' 59" N			
Código: 69 129										Longitud: 86° 08' 59" W			
Años: 1983 - 2010										Elevación: 470 msnm			
Parámetro: precipitación (mm)										Tipo: AG			
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Suma
1983	-	-	-	-	-	-	140	137.7	292.4	263.1	114.7	36.6	984.5
1984	10	1.5	10.9	0	53.3	321.1	295.2	189	411.2	120.7	21.4	16	1450.3
1985	7.2	4.6	1.3	16	122.5	145.4	102.3	138.8	109	416.7	119.9	42.7	1226.4
1986	1.8	31.1	0	0	431.7	292.6	74.6	175.7	162.3	105.4	38.6	34.7	1348.5
1987	3.4	0.2	14.1	0	71.9	84.9	238.5	295.8	140.6	215.2	14.3	10.7	1089.6
1988	12.1	6.4	0	2	195.9	516.3	143.8	314.7	283.8	390.5	0.2	8	1873.7
1989	22.6	19.4	1.5	0	47.7	197.3	318.3	248.8	397.7	77.3	105.9	41.4	1477.9
1990	12.4	4.5	0	1.1	198.2	133.1	140.1	69.3	120.9	309.5	231.3	21.1	1241.5
1991	13.8	1.5	0	2.6	403.1	256.3	71.9	112.9	147.1	129.9	56.8	21.7	1217.6
1992	3.2	0.3	1.4	28.6	124.5	317.5	145.7	67.2	171	178.6	28.6	11.9	1078.5
1993	17.9	1.4	0.5	2.9	527.7	265.8	202.8	214.5	404.1	92.5	56.2	5.6	1791.9
1994	3.9	11.2	3.4	43.9	133.3	207.1	74.1	69.1	190.1	161.7	145.8	13.3	1056.9
1995	1	0	30.6	91	47.5	293.2	253.9	417.8	233.6	281.4	40.6	20.5	1711.1
1996	42	2.6	8.8	18.8	336	216.1	341.2	250	232.2	431.8	175.2	4.3	2059
1997	21.6	2.1	8.7	13.4	49.3	494.2	68.2	71.2	125.5	202.8	148.5	4.7	1210.2
1998	1.5	0	0	0.2	104.9	110.6	159.7	148.9	447.8	973.9	67.2	34.6	2049.3
1999	24.3	8.1	3.9	17.8	203.6	190.5	215.5	186.8	439.1	220.5	113	4	1627.1
2000	44.8	3.2	0.3	1.7	67.1	199.6	91	97	351.2	186.6	67.4	1.9	1111.8
2001	6.9	8.7	0	0	286.9	198	120.4	132.2	261.2	274.4	95.1	4	1387.8
2002	9.4	3.2	0.4	0.3	469.7	355.5	147.6	185.8	305	187.1	24.3	2.3	1690.6
2003	0.5	1.6	38.9	5.9	168.8	396.6	236.4	122.8	180.7	240.2	106.2	16.8	1515.4
2004	10.1	2.4	16.3	5.6	245.7	122.6	133.5	76.4	292.3	358.3	69.2	5.4	1337.8
2005	0	0.6	30.1	58.1	436.7	397	155.7	212.9	314.6	490.6	52.7	6.4	2155.4
2006	19.4	9.3	6.7	0.1	127.8	165	162.4	63.8	121	269.7	71.2	13.5	1029.9
2007	1.9	5.8	0.8	38.6	335.8	79.2	137.4	258.2	286.8	475.2	101	54.5	1775.2
2008	12.3	0.1	2.1	123.3	374.9	105	212.2	260.9	323.9	586.7	47.9	14	2063.3
2009	2.5	0.8	0	1.4	156.8	166	117.9	92.2	152.7	260.7	81	8.8	1040.8
2010	1.8	0	3.6	56.3	303.7	373.5	351.7	301.8	689.3	154.1	42.8	2.6	2281.2
Suma	308.3	130.6	184.3	529.6	6025.0	6600.0	4852.0	4912.2	7587.1	8055.1	2237.0	462.0	41883.2
Media	11.4	4.8	6.8	19.6	223.1	244.4	173.3	175.4	271.0	287.7	79.9	16.5	1495.8
Máximo	44.8	31.1	38.9	123.3	527.7	516.3	351.7	417.8	689.3	973.9	231.3	54.5	2281.2
Mínimo	0.0	0.0	0.0	0.0	47.5	79.2	68.2	63.8	109.0	77.3	0.2	1.9	984.5

Tabla 7: Resultados de caracterización de residuos sólidos

No.	Pesos	Libras	Kilogramos
Peso No. 1	12,50	Lbs	5,68
Peso No. 2	9,25	Lbs	4,20
Peso No. 3	10,50	Lbs	4,77
Peso No. 4	8,00	lbs	3,64
Peso No. 5	12,00	lbs	5,45
Peso No. 6	11,00	lbs	5,00
Peso No. 7	13,00	lbs	5,91
Peso No. 8	11,00	lbs	5,00
Peso No. 9	10,00	lbs	4,55
Peso No. 10	14,75	lbs	6,70
Peso No. 11	6,00	lbs	2,73
Peso No. 12	12,00	lbs	5,45
Peso No. 13	9,25	lbs	4,20
Peso No. 14	13,75	lbs	6,25
peso total	153,00	lbs	69.55

Tabla 7: Resultados de densidad suelta.

	Altura m	Diámetro m	Volumen m3
Dimensión del balde	0.38	0.3	0.026847
Vol. del balde m3	0.37586		
Densidad kg/m3	185.04329		

Tabla 8: Encuesta

Muestra Nº	Nombre del Usuario	Peso (lbs)	Peso(kgs)	Nº de Personas	Nº días muestra	Sector / Ubicación
1	Tania Pacheco	15	6.82	8	3	Sector 1
2	Lucila Munguia	13	5.91	7	3	Sector 1
3	Josue Vargas	17	7.73	5	3	Sector 1
4	Diego Garcia	12	5.45	4	3	Sector 1
5	Carlos Mena	14.5	6.59	6	3	Sector 1
6	Yimmy Ramirez	20	9.09	10	3	Sector 1
7	Luis Marin	10.5	4.77	12	3	Sector 1
8	Edgar Guevara	13	5.91	2	3	Sector 1
9	Denis Acevedo	8.5	3.86	6	3	Sector 1
10	Daniel Hernandez	12.5	5.68	8	3	Sector 1
11	Auerilo Sanchez	11	5.00	7	3	Sector 1
12	Karla Paniagua	14	6.36	5	3	Sector 1
13	Ruth Mendieta	14	6.36	2	3	Sector 1
14	Matha Sirias	50.5	22.95	4	3	Sector 1
15	Xochitl Garcia	11	5.00	4	3	Sector 1
16	Emanuel Romero	20.5	9.32	6	3	Sector 1
17	Gabriel Picado	8	3.64	5	3	Sector 1
18	Selena Ramirez	21	9.55	3	3	Sector 1
19	Marcos Esteban	11	5.00	8	3	Sector 1
20	Jose Flores	30	13.64	10	3	Sector 1
21	Walter Gutierrez	26	11.82	5	3	Sector 2
22	Maritza Aleman	13	5.91	7	3	Sector 2
23	Sandra Tellez	23	10.45	4	3	Sector 2
24	Socorro Aleman	13	5.91	3	3	Sector 2
25	Janior Amador	12	5.45	3	3	Sector 2
26	Cecilia Campos	16	7.27	4	3	Sector 2
27	Maria Narvaez	14	6.36	5	3	Sector 2
28	Jose Urroz	19	8.64	6	3	Sector 2
29	Miguel Aleman	19	8.64	7	3	Sector 2
30	Miriam Aleman	19	8.64	4	3	Sector 2

31	William Tellez	6	2.73	3	3	Sector 2
32	Ricardo Acuña	27	12.27	4	3	Sector 2
33	Maria Acevedo	19	8.64	8	3	Sector 2
34	Edith Gonzales	25	11.36	5	3	Sector 2
35	Brain Hernández	25.5	11.59	8	3	Sector 2
36	Félix Salgado	12	5.45	4	3	Sector 2
37	Gloria Hernández	31	14.09	5	3	Sector 2
38	Marcelo Toledo	2	0.91	6	3	Sector 2
39	Bianca Norori	9	4.09	4	3	Sector 2
40	Deyglin Taña	21	9.55	6	3	Sector 2
41	Nittete tellez	40	18.18	8	3	Sector 3
42	Damaris Nicaragua	49	22.27	4	3	Sector 3
43	Yelba Guzma	10	4.55	3	3	Sector 3
44	Celina Medrano	39	17.73	4	3	Sector 3
45	Moises Aleman	8	3.64	8	3	Sector 3
46	Samaria Meza	19	8.64	6	3	Sector 3
47	Cristel Tellez	78	35.45	4	3	Sector 3
48	Amaro Lopez	29	13.18	3	3	Sector 3
49	Desire Amador	30	13.64	4	3	Sector 3
50	Jazmin Aleman	22	10.00	7	3	Sector 3
51	Rudy Iezama	19	8.64	5	3	Sector 3
52	Henry Gonzales	49	22.27	4	3	Sector 3
53	Lubin Traña	21	9.55	6	3	Sector 3
54	Olga Tellez	37	16.82	8	3	Sector 3
55	Francisco Aleman	26	11.82	6	3	Sector 3
56	Jose Rivas	21	9.55	5	3	Sector 3
57	Nancy Narvaez	22	10.00	4	3	Sector 3
58	Amalia Mercado	5	2.27	2	3	Sector 3
59	Juan Vado	14	6.36	3	3	Sector 3
60	Mayra Gonzales	6	2.73	6	3	Sector 3
Total		1222.5	555.68	323		
Ppc	Kg/hab/dia	0.57				
Periodo encuesta Mayo 2011						

Tabla 9: Programa H-Canales.

Cálculo del Tirante Crítico, sección Circular

Lugar: **La Paz Carazo** Proyecto: **Relleno Sanitario**
 Tramo: **23-43-69** Revestimiento:

Datos:

Caudal (Q): **0.00004307** m³/s
 Diámetro (d): **0.15** m



Resultados:

Tirante crítico (y):	0.0057 m	Perímetro mojado (p):	0.0590 m
Área hidráulica (A):	0.0002 m ²	Radio hidráulico (R):	0.0038 m
Espejo de agua (T):	0.0575 m	Velocidad (v):	0.1944 m/s
Número de Froude (F):	1.0000	Energía específica (E):	0.0077 m-Kg/Kg

Ingresar el tipo de material del canal 04:51 p.m. 14/11/2011

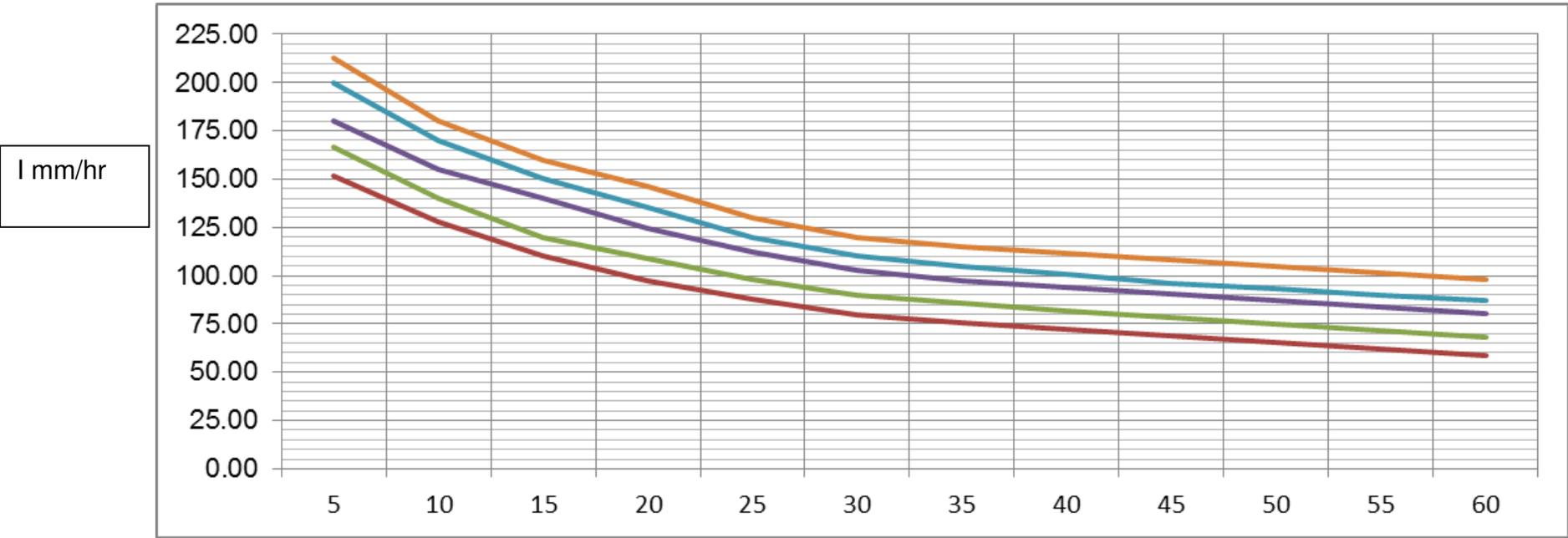
Tramo	Qd m3/seg	D selec mts	n	S	Ynormal	AH	Espejo de Agua	Froude	Flujo	PH	RH	V	Energia esp
1-24-47	5.20825E-06	0.15	0.009	0.005	0.0027	0.0001	0.0398	0.5487	subcritico	0.0403	0.0018	0.0729	0.003
2-25-48	4.60373E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0387	0.5433	subcritico	0.0391	0.0017	0.0701	0.0028
3-26-49	4.52272E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0385	0.5425	subcritico	0.039	0.0017	0.0697	0.0028
4-27-50	4.46348E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0384	0.5419	subcritico	0.0389	0.0017	0.0694	0.0027
5-28-51	4.43211E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0384	0.5415	subcritico	0.0388	0.0016	0.0693	0.0027
6-29-52	4.40055E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0383	0.5412	subcritico	0.0387	0.0016	0.0691	0.0027
7-30-53	4.3094E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0381	0.5402	subcritico	0.0385	0.0016	0.0687	0.0027
8-31-54	4.27766E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0381	0.5388	subcritico	0.0385	0.0016	0.0685	0.0027
9-32-55	4.22746E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0381	0.5388	subcritico	0.0385	0.0016	0.0685	0.0027
10-33-56	4.1697E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0378	0.5401	subcritico	0.0382	0.0016	0.0681	0.0027
11-34-57	4.13206E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0377	0.5398	subcritico	0.0381	0.0016	0.0679	0.0026
12-35-58	4.08519E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0376	0.5394	subcritico	0.038	0.0016	0.0677	0.0026
13-36-59	4.02411E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0375	0.5388	subcritico	0.0379	0.0016	0.0674	0.0026
14-37-60	3.94882E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0373	0.5381	subcritico	0.0377	0.0016	0.067	0.0026
15-38-61	3.9311E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0373	0.5379	subcritico	0.0377	0.0016	0.0669	0.0026
16-39-62	3.86652E-06	0.15	0.009	0.005	0.0024	0.0001	0.0372	0.5373	subcritico	0.0376	0.0015	0.0665	0.0025
17-40-63	3.81743E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.37	0.5367	subcritico	0.374	0.0015	0.0662	0.0025
18-41-64	3.79676E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.37	0.5367	subcritico	0.374	0.0015	0.0662	0.0025
19-42-65	3.73384E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.0366	0.5361	subcritico	0.372	0.0015	0.0658	0.0025
20-43-66	3.71428E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.0366	0.5349	subcritico	0.372	0.0015	0.0655	0.0025
21-44-67	3.61149E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.0366	0.5349	subcritico	0.037	0.0015	0.0652	0.0025
22-45-68	3.61721E-06	0.15	0.009	0.005	0.0023	0.0001	0.0366	0.5349	subcritico	0.037	0.0015	0.0652	0.0025
23-46-69	4.30718E-06	0.15	0.009	0.005	0.0025	0.0001	0.0381	0.5402	subcritico	0.0385	0.0016	0.0687	0.0027
Qtotal	9.5201E-05	0.15	0.009	0.005	0.0104	0.0005	0.0763	0.6729	subcritico	0.8	0.0067	0.177	0.012

Tabla 12: Datos de curva IDF

PR	Curvas I-D-F modificadas											
	Duración (minutos)											
AÑOS	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	151.59	121.29	106.91	97.46	88.01	78.57	75.29	72.02	68.74	65.46	62.19	58.91
10	166.60	131.01	119.80	109.3	98.74	88.21	84.9	81.59	78.28	74.97	71.66	68.35
25	185.56	143.28	136.08	124.2	112.29	100.39	97.04	93.68	90.33	86.97	83.62	80.26
50	199.63	152.39	148.17	135.3	122.33	109.42	106	102.8	99.38	96	92.62	89.10
100	213.59	161.43	160.16	146.2	132.31	118.38	115	111.6	108.2	104.7	101.3	97.88

Fuente: Estación Campos Azules/Masatepe

Tabla13: Curva IDF



Minutos

- 5 años
- 10 años
- 25 años
- 50 años
- 100 años