

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DEL
MUNICIPIO DE ZAPATOCA**

**NIKTH BECERRA PINTO
ADRIANA ROCIO GOMEZ ORTIZ
SANDRA LORENA GUERRERO SALAZAR**

**DIRECTOR DE PROYECTO
ING. JORGE GOMEZ SANCHEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA**

2004

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DEL
MUNICIPIO DE ZAPATOCA**

**NIKTH BECERRA PINTO
ADRIANA ROCIO GOMEZ ORTIZ
SANDRA LORENA GUERRERO SALAZAR**

**Proyecto de grado para optar el título de:
Ingeniero Civil**

**Director
Ing. Jorge Gómez Sánchez**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2004**

A mi Padre por su orientación y Amor,
A mis amigas y amigos
Y a Dios por darme la oportunidad
de alcanzar esta meta.

Adriana Rocio

CONTENIDO

INTRODUCCION

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | OBJETIVOS..... | 2 |
| 1.1 | GENERAL..... | 2 |
| 1.2 | ESPECÍFICOS..... | 2 |
| 2. | MARCO LEGAL..... | 4 |
| 3. | GENERALIDADES DEL MUNICIPIO..... | 5 |
| 3.1 | DATOS HISTÓRICOS..... | 5 |
| 3.2 | DATOS GEOGRÁFICOS Y LOCALIZACIÓN..... | 5 |
| 3.2.1 | Localización general del Municipio de Zapatoca..... | 7 |
| 4. | MARCO TEORICO..... | 8 |
| 4.1 | RELLENO SANITARIO..... | 8 |
| 4.1.1 | Tipos de rellenos..... | 8 |
| 4.2 | RELLENO SANITARIO MANUAL..... | 9 |
| 4.3 | RESIDUOS SÓLIDOS..... | 10 |
| 4.4 | BASURA..... | 10 |
| 5. | LINEA BASE AMBIENTAL..... | 11 |
| 5.1 | IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA ... | 11 |
| 5.1.1 | Zona de Influencia Directa..... | 11 |
| 5.1.2 | Zona de Influencia Indirecta..... | 12 |
| 5.2 | COMPONENTE GEOSFÉRICO..... | 12 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.1 | Relieve y topografía | 13 |
| 5.2.2 | Marco geológico regional | 14 |
| 5.2.3 | Estratigrafía..... | 14 |
| 5.2.4 | Geología estructural..... | 14 |
| 5.2.5 | Geomorfología y litología | 15 |
| 5.2.6 | Morfometría..... | 15 |
| 5.2.7 | Evaluación y zonificación de amenazas naturales..... | 15 |
| 5.2.8 | Suelos..... | 17 |
| 5.3 | COMPONENTE ATMOSFÉRICO | 19 |
| 5.4 | COMPONENTE HIDROSFÉRICO | 20 |
| 5.4.1 | Hidrología..... | 20 |
| 5.4.2 | Nivel freático | 21 |
| 5.5 | COMPONENTE BIÓTICO..... | 21 |
| 5.5.1 | Flora..... | 22 |
| 5.5.2 | Fauna..... | 24 |
| 5.6 | COMPONENTE PAISAJÍSTICO | 25 |
| 5.7 | COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL | 26 |
| 5.7.1 | Nivel Educativo | 26 |
| 5.7.2 | Servicios Públicos..... | 26 |
| 5.7.3 | Otros Componentes..... | 28 |
| 5.7.4 | Estimación de la Población y Nivel de Complejidad | 30 |
| 6. | DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 35 |
| 6.1 | UBICACIÓN DEL RELLENO | 35 |

| | | |
|-------|--|----|
| 6.2 | ACTUAL ESTADO DEL SERVICIO | 35 |
| 6.3 | DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OPERACIÓN | |
| | 35 | |
| 6.3.1 | Sistema de recolección y transporte | 35 |
| 6.3.2 | Frecuencia de recolección | 36 |
| 6.3.3 | Estado de las vías..... | 37 |
| 6.3.4 | Tiempos estimados de recolección | 37 |
| 6.3.5 | Producción de las basuras..... | 37 |
| 6.3.6 | Ruta actual de recolección..... | 40 |
| 6.4 | ASPECTOS SOCIALES RELACIONADOS CON EL SISTEMA | 40 |
| 6.4.1 | Barrido de las calles..... | 40 |
| 6.4.2 | Reciclaje | 40 |
| 6.4.3 | Centros de Producción..... | 41 |
| 6.4.4 | Dispositivos de recolección..... | 42 |
| 6.5 | SISTEMAS DE TRATAMIENTO | 42 |
| 6.6 | SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL | 43 |
| 6.6.1 | Conformación de las celdas..... | 43 |
| 6.6.2 | Composición de los residuos sólidos | 44 |
| 6.6.3 | Diagrama de flujo del funcionamiento del relleno sanitario | 47 |
| 7. | IDENTIFICACION Y VALORACION DE IMPACTOS..... | 48 |
| 7.1 | DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA..... | 48 |
| 7.1.1 | Identificación de impactos..... | 49 |
| 7.1.2 | Evaluación de impactos | 50 |

| | | |
|-------|---|----|
| 8. | PLAN DE MANEJO AMBIENTAL | 58 |
| 8.1 | PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN | 59 |
| 8.1.1 | Vía de Acceso | 59 |
| 8.1.2 | Caseta - Bodega | 61 |
| 8.1.3 | Valla | 63 |
| 8.1.4 | Excavación de Zanjás | 64 |
| 8.2 | PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA OPERACIÓN | 67 |
| 8.2.1 | Manejo de Aguas de Escorrentía | 67 |
| 8.2.2 | Manejo de Lixiviados | 72 |
| 8.2.3 | Manejo de Gases | 74 |
| 8.2.4 | Clasificación de Residuos Sólidos en la Fuente Productora | 76 |
| 8.2.5 | Dispositivos de Aseo | 78 |
| 8.2.6 | Ruta de Recolección | 80 |
| 8.2.7 | Reciclaje de Residuos Sólidos | 83 |
| 8.2.8 | Manejo y Operación de la Celda Unitaria | 85 |
| 8.3 | PROGRAMA DE MANEJO EN LA POST-CLAUSURA | 88 |
| 8.3.1 | Clausura de Zanjás | 88 |
| 8.3.2 | Recuperación del Entorno | 89 |
| 9. | ANÁLISIS DE RIESGOS | 92 |
| 9.1 | AMENAZAS POR LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OPERACIÓN | |
| | 92 | |
| 9.2 | AMENAZAS EN LA ZONA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL | |
| | 93 | |

| | | |
|------|---|-----|
| 9.3 | RIESGOS ASOCIADOS AL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN | 95 |
| 10. | PLAN DE CONTINGENCIA | 96 |
| 10.1 | ACCIONES PARA EL CASO DE ACCIDENTES | 96 |
| 10.2 | MEDIDAS DE CONTROL PARA EVITAR LA PRESENCIA DE RIESGOS | 97 |
| 11. | PRESUPUESTO..... | 99 |
| 11.1 | ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | 99 |
| 11.2 | PRESUPUESTO..... | 115 |
| 12. | CRONOGRAMA DE EJECUCION..... | 117 |
| | CONCLUSIONES | 118 |
| | RECOMENDACIONES..... | 121 |
| | BIBLIOGRAFIA..... | 122 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Número de viviendas del municipio según su clasificación..... | 30 |
| Tabla 2. Numero de habitantes por vivienda. | 31 |
| Tabla 3. Datos de proyección de la población calculada año tras año. Información DANE | 33 |
| Tabla 4. Determinación del nivel de complejidad..... | 34 |
| Tabla 5. Peso de la producción actual de la basura. | 38 |
| Tabla 6. Composición física de las basuras..... | 45 |
| Tabla 7. Composición química de las basuras..... | 46 |
| Tabla 8. Parámetros de calificación ambiental..... | 51 |
| Tabla 9. Valoración cualitativa de los impactos. | 53 |
| Tabla 10. Resultados de la evaluación de impactos | 53 |
| Tabla 11. Fichas técnicas para el manejo ambiental de los impactos | 58 |
| Tabla 12. Registro de la cantidad de basura recolectada | 62 |
| Tabla 13. Cronograma de actividades para el PMA..... | 117 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Localización general del Municipio de Zapatoca | 7 |
| Figura 2. Diagrama de flujo del funcionamiento del relleno sanitario..... | 47 |
| Figura 3. Diagrama de barras de precipitación máxima anual en 24 horas, de la estación Zapatoca..... | 69 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | |
|---|----|
| Foto 1. Ubicación General del Relleno Sanitario | 12 |
| Foto 2. Relieve del municipio | 13 |
| Foto 3. Suelo Impermeable..... | 18 |
| Foto 4. Vehículo recolector en la disposición final | 36 |
| Foto 5. Recolección de residuos en la plaza de mercado..... | 42 |
| Foto 6. Preparación de la Celda Diaria | 43 |
| Foto 7. Zanja Tipo..... | 44 |
| Foto 8. Composición física de los residuos sólidos..... | 45 |

ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo A.xls Cartera topográfica | 13 |
| Anexo B.dwg Plano planta general del Relleno Sanitario | 13 |
| Anexo C.doc Mapa Geológico del Municipio de Zapatoca..... | 14 |
| Anexo D.xls Ensayos de suelos..... | 17 |
| Anexo E.dwg Plano de la ruta actual de recolección de residuos sólidos.... | 40 |
| Anexo F.xls Identificación de impactos Ambientales. | 50 |
| Anexo G.xls Matriz de resultados de la evaluación de impactos. | 56 |
| Anexo H.dwg Plano de detalles constructivos. | 62 |
| Anexo I.doc Precipitación máxima anual en 24 horas (IDEAM)..... | 68 |
| Anexo J.jpg. Pluviograma | 69 |

TITULO: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE ZAPATOCA*

Nikth Becerra Pinto**
Adriana Rocío Gómez Ortiz**
Sandra Lorena Guerrero Salazar**

Palabras Claves: Relleno sanitario, Plan de manejo ambiental, lixiviados.

RESUMEN

Este proyecto es un aporte para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del Municipio de Zapatoaca, en cuanto al manejo de los residuos sólidos generados por los mismos.

Para este propósito se describieron los diferentes componentes de la línea base ambiental, como el físico, biótico, y socio - económico y cultural, se elaboró un diagnóstico del actual estado del servicio. Para la identificación y valoración de los diferentes impactos ambientales, se utilizó la metodología de la Matriz de Conesa, se desarrollaron los diferentes planes de manejo durante la etapa de construcción, operación y post-clausura, dirigidos a la prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos generados por el manejo, operación y disposición final del relleno sanitario.

Se diseñó las diferentes estructuras que tienen como objetivo optimizar el funcionamiento del relleno, para esto se propone la construcción de filtros para lixiviados y gases, dentro de las zanjas, así como el diseño de un canal para el control de aguas de escorrentía y demás elementos necesarios para tal fin. Además se propuso un plan de seguimiento y monitoreo que será desarrollado por parte de la alcaldía Municipal. Se realizó un análisis de riesgos con sus respectivas amenazas y plan de contingencia, finalmente se determinó el presupuesto y cronograma del proyecto.

* Proyecto de Grado.

** Facultad de Físico – Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Jorge Gómez Sánchez.

TITLE: PLAN OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF THE SANITARIAN FILLING OF THE MUNICIPALITY OF ZAPATOCA

Nikth Becerra Pinto**
Adriana Rocío Gómez Ortiz**
Sandra Lorena Guerrero Salazar**

Key words: Sanitarian filling, plan of environmental management, lixiviates.

SUMMARY

This project is a contribution to the life quality improvement of the Municipality of Zapatoaca's population, in terms of the control of their own solid waste.

For this, the different components of the environmental basic live were described like the Physical, biotic, socio – economical and cultural components. A diagnostic of the current situation of the service was elaborated. For the identification and evaluation of the different environmental incidences, we used the method of the “ Conesa Matrix”, as well as the development of the different handling plans during the construction, operation and post – closure phases, oriented to the prevention, mitigation, correction and compensation of the incidences produced by the handling, operation and final disposition of the sanitarian filling.

The different structures for improving the function of the filling were designed. For this we propose the construction of filters for lixiviates and gases into the ditches, as well as the design of a canal for the control of runoff and other elements for that purpose. A following and a monitoring plan were proposed and will be carried out by the municipal mayor ship. an analysis of risks with its respective menaces and contingency plan. Finally, the budget and calendary of the project were determined.

* Project.

** Faculty of physic – Mechanics. School of Civil Engineering. Director: Jorge Gómez Sanchez.

INTRODUCCION

Debido al crecimiento de la población y al desarrollo en el sector industrial, comercial e institucional, se ve la necesidad de seleccionar un método para la disposición de los residuos sólidos generados por estos sectores. El Relleno Sanitario Manual es la solución más viable para llevar a cabo ésta labor, pero es necesario cumplir con requisitos técnicos, ambientales y socioeconómicos, aliviando la problemática de saneamiento básico.

El municipio de Zapatoca actualmente cuenta con un relleno sanitario, y aunque no cumple con todos los requisitos técnicos, si es uno de los más aceptables dentro de la región. Es necesario optimizar su funcionamiento teniendo en cuenta las características de la zona.

La Alcaldía Municipal debe brindar la debida protección de la salud pública y la comunidad debe participar y comprometerse directamente en este proceso para incrementar su calidad de vida y disminuir la contaminación del ambiente.

Ante la necesidad de mejorar las condiciones de operación y disposición final de los residuos sólidos del Municipio de Zapatoca, se presenta el Plan de Manejo Ambiental del Relleno Sanitario, requisito exigido por la Corporación Autónoma Regional de Santander CAS, para adjudicar la Licencia Ambiental.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Elaborar el Plan de Manejo Ambiental del relleno sanitario del Municipio de Zapatoca, departamento de Santander.

1.2 ESPECÍFICOS

- Analizar la información recopilada en campo para la elaboración del plan de manejo ambiental.
- Describir los diferentes aspectos de la línea base ambiental, como el componente geosférico, hidrosférico, atmosférico, biótico, paisajístico y socio-económico y cultural.
- Identificar y evaluar los impactos que genera la recolección, operación y disposición final de los residuos sólidos.
- Elaborar las actividades encaminadas a la prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos generados por la operación del relleno sanitario, así como el plan de seguimiento y monitoreo.
- Elaborar un análisis de riesgos para establecer los lineamientos del Plan de Contingencia.

- Elaborar el cronograma y presupuesto para llevar a cabo el Plan de Manejo Ambiental.

2. MARCO LEGAL

- Decreto 2104 de 1983

Este decreto reglamenta el manejo de los residuos sólidos, responsabilidades, programas de manejo, áreas de almacenamiento, plantas de tratamiento, vigilancia y control, y las sanciones posibles respecto a ello.

- Resolución No. 1096 de 2000

Se adopta el Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. (NORMA RAS). Título F.

- Decreto 1713 de 2002

Establece normas orientadas a reglamentar el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos ordinarios, en materias referentes a sus componentes, niveles, clases, modalidades, calidad, y al régimen de las personas prestadoras del servicio y de los usuarios.

- Decreto 1505 de 2003

Modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

3. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

3.1 DATOS HISTÓRICOS

Zapatoca fue fundado el trece (13) de octubre de mil setecientos cuarenta y tres (1743) por el Presbítero Francisco Basilio de Benavidez.

A mediados del siglo XIX se instalaron en tierras Santandereanas algunos inmigrantes alemanes, entre ellos Geo Von Lenguerke, quien dejó a su paso innovaciones técnicas, como caminos enlosados y puentes que influyeron notablemente en el desarrollo de la región.

Popularmente, el origen de la palabra "Zapatoca" es una formación de las palabras "caza pato" debido a que en la manzana posterior al Templo existía una laguna de abundantes aguas, frecuentada por numerosos patos, que eran la delicia de los cazadores aficionados de la región.

3.2 DATOS GEOGRÁFICOS Y LOCALIZACIÓN

El Municipio esta localizado a 6°49'09" Latitud norte y a 73°16'19" Longitud oeste de Greenwich. Su altura sobre el nivel del mar es de 1.720 m.s.n.m.

Su territorio es de aproximadamente 34.582 Ha, distribuido así:

Area rural: 34.463 Ha.

Área Urbana: 119 Ha.

Zapatoca se encuentra ubicada en la Cordillera de los Yarigués y pertenece a la Provincia de Mares. Los límites generales del Municipio son los siguientes:

Por el oriente, el Río Suárez al medio, limita con el Municipio de Barichara y luego, mediando el Sogamoso, con los Municipios de los Santos y Girón.

Por el Norte, con el Municipio de Betulia; por el Occidente, con los Municipios San Vicente y el Carmen; y por el Sur, limita con el Municipio de Galán, desde el nacimiento de la quebrada de Pao, siguiendo su curso hasta la desembocadura en el Río Suárez.

La principal vía de acceso al Municipio de Zapatoca es la carretera que comunica éste Municipio con Girón y Bucaramanga. Una vía de acceso alterna lo comunica con el corregimiento de La Fuente y el Municipio de Galán. Una tercera vía lo hace accesible desde el Municipio de San Vicente; además de las anteriores se encuentran varios ramales que intercomunican las veredas.

3.2.1 Localización general del Municipio de Zapatoca

Figura 1. Localización general del Municipio de Zapatoca



4. MARCO TEORICO

4.1 RELLENO SANITARIO

Es el lugar técnicamente diseñado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar riesgo o peligro a la salud pública, minimizando los impactos ambientales y utilizando principios de ingeniería.

Es la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases y lixiviados, y cobertura final.

4.1.1 Tipos de rellenos

◆ Método de zanja o trinchera

Este método debe utilizarse en regiones planas. La tierra que se extrae debe colocarse a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura.

◆ Método de área

Este método debe utilizarse en áreas relativamente planas, donde no es factible excavar trincheras para enterrar los residuos sólidos. Estas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, en cuyo caso el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, si es posible, puede ser

extraído de la capa superficial. Este método también se adapta para rellenar depresiones naturales o artificiales.

◆ **Método de rampa**

El método debe utilizarse en terrenos de pendiente moderada. Puede planearse de manera que se formen escalones, haciendo pequeñas excavaciones para obtener el material de cubierta.

◆ **Método combinado**

Los métodos de área y trinchera, por poseer técnicas similares de operación, pueden combinarse para obtener un mejor aprovechamiento del terreno, del material de cobertura y rendimientos en la operación. Si las condiciones topográficas lo permiten se pueden combinar los métodos.

4.2 RELLENO SANITARIO MANUAL

El relleno sanitario manual se presenta como una alternativa técnica y económica, para las poblaciones urbanas y rurales menores de 40,000 habitantes.

Mediante la técnica de la operación manual, sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y excavación de zanjas o material de cobertura, de acuerdo con el avance y método de relleno. En cuanto a los demás trabajos, todos pueden realizarse manualmente.

4.3 RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos son todos aquellos materiales residuales que surgen de las actividades humanas y animales, los cuales son rechazados y que son susceptibles de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien con valor económico. Se dividen en aprovechables y no aprovechables.

4.4 BASURA

Es todo material o sustancia sólida o semisólida de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios e instituciones de salud, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o recirculación a través de un proceso productivo. Son residuos sólidos que no tienen ningún valor comercial, no se reincorporan al ciclo económico y productivo, requieren de tratamiento y disposición final y por lo tanto generan costos de disposición.

5. LINEA BASE AMBIENTAL

Es la caracterización ambiental de la zona afectada y sus áreas de influencia directa e indirecta, relacionadas con los aspectos físicos, bióticos y sociales del entorno.

La definición del área de influencia y el análisis de la línea base del proyecto se fundamenta en visitas de campo al relleno sanitario, estudios realizados en el casco urbano e información secundaria de planos y documentos.

La región en la que se encuentra ubicado el actual relleno sanitario se considera como un solo componente, debido a la similitud de las características geofísicas, económicas y sociales.

Es importante resaltar que según los componentes bióticos y abióticos del área de estudio en cuestión, se encuentra un grado de intervención medio-bajo ya que la alteración del medio ambiente podría producir en el futuro repercusiones medianamente apreciables.

Los recursos naturales propios de este ecosistema representan un gran potencial de vectores de desarrollo en beneficio de la región estudiada

5.1 IDENTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DE ÁREAS DE INFLUENCIA

5.1.1 Zona de Influencia Directa

Es la zona de trabajo donde actualmente opera el relleno sanitario, tiene un

área superficial de 0.815 Ha, que corresponde al lote encerrado con un perímetro de 404 m, además comprende las zonas aledañas al relleno en un radio aproximado de 500 m.

Foto 1. Ubicación General del Relleno Sanitario



5.1.2 Zona de Influencia Indirecta

Corresponde al casco urbano del Municipio de Zapatoca, el cual es el beneficiario del proceso de recolección, manejo y disposición final de los residuos sólidos. Además es el generador de los residuos que tendrán como destino final el relleno sanitario.

5.2 COMPONENTE GEOSFÉRICO

5.2.1 Relieve y topografía

La zona de estudio presenta una topografía suave a ondulada, con presencia de flexiones y sistemas de fracturas que dan lugar a desniveles y formación de escarpes, los cuales son de gran importancia dentro de las geoformas presentes en el sector.

Foto 2. Relieve del municipio



Se elaboró el levantamiento topográfico en la zona directa del relleno sanitario, mediante el método de la poligonal en circuito. La cartera topográfica se encuentra en el anexo 1.

[Anexo A.xls](#) Cartera topográfica

[Anexo B.dwg](#) Plano planta general del Relleno Sanitario

5.2.2 Marco geológico regional

El sector correspondiente al Municipio de Zapatoca está compuesto por sedimentos depositados desde el Jurásico hasta el Terciario, y depósitos cuaternarios no consolidados. Las capas presentan una inclinación suave hacia el E, modificada localmente en zonas de influencia tectónica. Dentro de las formaciones geológicas existentes, en el Municipio de Zapatoca se pueden identificar las siguientes; formación Girón, formación Tambor, formación Rosablanca, formación Paja, formación Tablazo, formación Simití, formación La Luna, formación Umir, formación Lisama, formación La Paz y depósitos Cuaternarios.

[Anexo C.doc](#) Mapa Geológico del Municipio de Zapatoca

5.2.3 Estratigrafía

Las unidades roca con mayor extensión superficial en el Municipio, son las formaciones Paja y Rosablanca. Esta última debido a su composición calcárea (carbonatos de calcio y magnesio), presenta procesos de disolución ó procesos Kársticos, que han generado geoformas como cavernas, cuevas, depresiones y hondonadas típicas de la región.

5.2.4 Geología estructural

La principal estructura geológica presente en el área del Municipio corresponde a la falla del Suárez, de tipo inverso, con una pequeña componente sinextral, la cual afecta principalmente a la formación Girón y algunas formaciones del sistema Cretáceo. Existen otras estructuras tales como el sinclinal de Zapatoca, definido sobre la formación Paja y la

formación Rosablanca. Hacia el oeste del Municipio se tiene una estructura denominada flexión del Chucurí, la cual sirve de límite geológico con el Municipio de San Vicente de Chucurí.

5.2.5 Geomorfología y litología

El Municipio presenta geoformas de origen estructural - denudacional, denudacional y fluvial, localizándose las primeras en zonas de influencia de sistemas de falla y de plegamientos; las segundas ubicadas hacia el sector central y occidental del Municipio, y las últimas ubicadas en las márgenes de los ríos Suárez, Sogamoso y Chucurí.

5.2.6 Morfometría

Con base en la topografía del Municipio, se ha establecido una clasificación de los rangos de pendientes existentes que asumen valores de 0° a inclinaciones con valores superiores a 31.5°.

En General el área Municipal presenta una distribución heterogénea de dichos valores, en la cual aproximadamente un 85% de la superficie presenta pendientes inferiores a los 16°, un 13% corresponde a pendientes con valores que oscilan entre 16° y 31.5°, y el 2% restante lo conforman pendientes iguales o superiores a 31.5° con respecto al plano horizontal.

5.2.7 Evaluación y zonificación de amenazas naturales

La identificación y evaluación de las condiciones del medio que pueden

constituir en amenazas naturales, hacen parte del análisis integral de los recursos físico - bióticos. Se busca identificar las zonas que presentan amenaza de ocurrencia de desastres naturales y que signifiquen algún grado riesgo para la población, la infraestructura y los recursos naturales.

◆ **Amenaza por erosión**

La mayoría de las áreas están expuestas a procesos de desgaste de su superficie, a excepción de las áreas completamente protegidas por la cobertura vegetal. La erosión se convierte en amenaza cuando la tasa de recuperación del suelo es menor que la del desgaste.

En el Municipio de Zapatoca se presentan tres categorías principales de erosión hídrica, eólica y antrópica.

La erosión eólica e hídrica predomina en el área. Su acción se manifiesta en la remoción de capa vegetal y suelo, en el desgaste de la superficie de la roca expuesta y en la formación de surcos, cárcavas y hondonadas.

La erosión antrópica se presenta en zonas relacionadas directamente con la actividad humana. La principal causa de esta erosión es la deforestación, la cual afecta directamente el equilibrio del ciclo fluvial y contribuye a desestabilizar el terreno; otra causa que incrementa los procesos erosivos es el sobrepastoreo.

◆ **Amenaza por fenómenos de remoción en masa**

La remoción en Masa es un proceso de degradación de los suelos que involucra desplazamientos de las capas superficiales y subsuperficiales del suelo bajo la acción combinada de la gravedad y la saturación del agua.

Los fenómenos de Remoción en Masa comprenden una gran variedad y complejidad de movimientos de material geológico; sus manifestaciones son comunes en las áreas húmedas y se ven favorecidos por el desmonte paulatino de los bosques y la actividad ganadera.

En el Municipio de Zapatoca no se detectaron sectores que presenten un alto grado de susceptibilidad a los procesos de remoción en masa.

◆ **Amenaza por Sismicidad**

Con base en el esquema de Amenaza Sísmica del Departamento de Santander, el Municipio de Zapatoca se encuentra localizado en una zona de amenaza alta por Sismicidad, con eventos que presentan un rango de magnitud de va desde 1.1 a 6 grados en la escala de Richter.

5.2.8 Suelos

Se hizo un estudio de suelos a la zona directa del relleno sanitario. Se tomaron 3 muestras, a las cuales se les realizó la clasificación de suelos (Granulometría y Plasticidad).

De acuerdo con los ensayos de laboratorio realizados, en el sitio se encuentran capas de arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, cuyos porcentajes de finos se encuentran alrededor del 65% y su índice de plasticidad del orden de 10. Se encuentran además capas de limos inorgánicos en la parte superior del terreno, con porcentaje de finos entre 75% y 85% e índices de plasticidad del orden de 15%.

[Anexo D.xls](#) Ensayos de suelos

Según se observó en el apique de cuatro (4.0) metros de profundidad, las arcillas predominan en el perfil. Se realizó un ensayo de permeabilidad en el fondo del mismo por el método del pozo barrenado, sin revestimiento y con nivel freático profundo, agregando agua al pozo. El nivel de agua dentro del pozo no cambió en 24 horas de observación, lo que indica valores de permeabilidad muy bajos, lo cual le da al suelo una clasificación de impermeable a muy impermeable. Esta situación se comprobó con la observación de la propia excavación de la celda para depositación de desechos, donde se encontró agua depositada de varias semanas, con permanencia de su nivel y formación de algas.

Foto 3. Suelo Impermeable



5.3 COMPONENTE ATMOSFÉRICO

◆ Aspectos climáticos

A continuación se presenta la información proveniente de la estación climatológica “Zapatoca” (No. 2405503) que pertenece a la corriente de la Quebrada Zapatoca, ubicada en el perímetro del casco Urbano. Se analizaron datos desde el año de 1975 hasta el primer semestre de 1999.

- Temperatura: La temperatura que predomina en la región oscila entre 18.2°C y 19°C y se observa un promedio anual de temperatura de 18.6 °C.
- Precipitación: se observó un promedio anual de precipitación de 1276.9 mm, donde abril y mayo, septiembre y octubre son los meses de intensa lluvia, con periodos secos comprendidos entre diciembre a febrero. En los demás meses se presentan precipitaciones moderadas combinadas con días soleados.
- Humedad relativa: La zona de estudio presenta una humedad relativa con valores medios mensuales que oscilan entre 85% y 89%. Con una humedad relativa media anual del 87 %.
- Brillo solar: Se obtiene un valor promedio anual de brillo solar, para el área de estudio, de 1868.5 horas con valores mensuales entre 120 y 200 horas.
- Recorrido del Viento: se obtiene un valor promedio anual de 21.508 Km. y valores medios mensuales que oscila entre 1.586 a 1.948 Km.

5.4 COMPONENTE HIDROSFÉRICO

5.4.1 Hidrología

Zapatoca pertenece a la cuenca del río Suárez y los ríos Suárez, Sogamoso y Chucurí, enmarcan los linderos de Zapatoca; las quebradas o arroyos siguientes cruzan su territorio: La Uchuval, La Zapatoca, La Zarza, El Poleo, El Molino, La Higuera, El Guayabo y la de Pao.

Como laguna solamente se puede citar la pequeña laguna del Sapo, en la parte alta de la vereda de El Carrizal.

Las corrientes del sistema hídrico se clasifican en tres categorías de acuerdo con su caudal, características de la cuenca y potencialidad, El Municipio de Zapatoca posee un recurso hídrico limitado y vulnerable en épocas de verano. Para el estudio hidrológico, la zona se dividió en tres cuencas:

- Cuenca del Río Suárez: Esta cuenca está ubicada en la zona oriental y central del Municipio. Está conformada en la zona oriental por afluentes que nacen en la Cuchilla de Lagunetas y la Cuchilla de San Isidro. En la zona central por afluentes cuyos nacimientos son en la Cuchilla de San Javier: El río Suárez corre de sur a norte el municipio y dentro de las corrientes afluentes encontradas podemos señalar:

Quebrada La Rusia, Peña Blanca, Atunal, Cuatro Esquinas, Huye, Monte Negro o Monte Alegre.

- Cuenca del Río Sogamoso. Las Corrientes importantes encontradas son las siguientes:

Quebradas La Lajita, Malpaso, Quebraditas, del Guayabo, El Poleo, Zapatoca.

- Cuenca del Río Chucurí: Ubicada en la zona occidental y noroccidental del Municipio, está conformada por afluentes que en la parte oriental, nacen en la Cuchilla de San Javier, la Cuchilla del ramo, el Filo de Santa Lucía, Loma Redonda y la Serranía de los Yariguíes. Las corrientes afluentes importantes encontradas son las siguientes:

Quebrada Los Nogales, La Ramera, Sal Si Puedes, El Páramo, Rancho Viejo, La Honda, Cola de Pato.

5.4.2 Nivel freático

De acuerdo a la excavación que se realizó para la operación del relleno sanitario, la cual tuvo una profundidad de 4 m, no se observó ningún afloramiento de agua, por lo tanto se puede concluir que el nivel freático se encuentra a una profundidad mayor. Esto beneficia la ubicación del actual relleno pues disminuye la probabilidad de contaminación de corrientes subterráneas y acuíferos.

5.5 COMPONENTE BIÓTICO

La parte biótica (Flora y Fauna) en el sector del relleno sanitario del Municipio de Zapatoca es de aparente escasez, pero el vistazo que se hace al presenciarla directamente, implica estudiarla y establecer con mucha certeza cuales son las unidades biológicas que con el entorno interactúan. Los procesos de recuperar un área intervenida durante un tiempo, son

necesarios de aplicar de manera oportuna con las especies fitosociológicas que la zona requiere, y esté de acuerdo con respecto al medio biótico, geográfico y ecológico.

La distribución geográfica de las especies tiene alta pertinencia en el estudio de la vegetación; para mencionar un caso extremo, por ejemplo, la sabana, el bosque tropical pluvial y el bosque de montaña de África no tienen ninguna especie en común con los de Suramérica. Aún dentro de Colombia hay diferencias florísticas considerables entre las selva tropical amazónica y la del Chocó, o entre los bosques de montaña de las tres cordilleras. Se trata entonces de áreas o zonas en donde la evolución y la especiación se desarrollaron por cierto tiempo según aislamientos, creando así lo que se llama endemismo (Rangel, 1997. Colombia Diversidad Biótica II)

5.5.1 Flora

Las unidades florísticas encontradas en el área, presentan notable adaptación al lugar donde se realizó el muestreo al azar establecido; esto nos ayuda a establecer cuáles serían las especies vegetales que se estarían recomendando para lograr que el área en un futuro próximo se convierta en un nuevo pulmón para el área del Municipio de Zapatoca.

Los aspectos de vegetación se componen de, pocos musgos, algunos líquenes, tres especies de orquídeas y especies forestales que crecen espontáneamente en el área muestreada.

El pequeño inventario florístico realizado corresponde a las siguientes especies:

Befaria ledifolia (pegamoscos)
Asteraceae (puta vieja)
Miconia sp (amor querido)
Anemia hirsuta (helecho)
Stycherus flexuoso (helecho de yuca)
Centaurea cyanus (carrasquillo)
Epidendrum ibaguense (amor sincero)
Sobralia rosea(orquídea)
Befaria aestuans (guayabita de rio)
Furcraea macrophylla (fique)
Chloris sp. (Paja macana)
Coix lacryma-jobi
Scleria pterota (tres filos)
Andropogon bicornis (puntero colorado)
Solanum sp (sapito)
Inga edulis (Guamo)
Solanum quitoense (toronja)
Acacia flexuosa (espina de cabro)
Psidium guinensis (guayabo cimarrón)
Myrciantes (arrayan)
Myrsine guianensis (cucharo colorado)
Eleusine indica (grama)
Vismia baccifera (manchador)
Cynodon dactylon (pasto bermuda)
Mirabilis jalapa (Don diego de noche)
Eucaliptos globulus (Eucalipto)

Entre otros.

5.5.2 Fauna

Las especies faunísticas son poco diversas en la zona de estudio, solo se tiene la información dada por algunos habitantes conocedores del área.

Listado de especies animales que pernoctan en el área:

Bufo marinus (sapo comun)

Bufo tiftonius (sapo de verrugas)

Pleurodema (Rana salmón)

Hyla (rana blanca)

Caecilia (Culebra ciega)

Lagartijas y lagartos (azules a amarillos verdosos y blancos verdosos por debajo)

Physalaemus sp (Sapos de las espumas)

Culebras cazadoras (negruzcas con cinchas negras y tiras marrones Coral)

Rabi candela (Cabeza roja, cola negra, cuerpo rojo con negro)

Araña pica ganado

Moscas

Aves: Mirlas, Toches, Chulos, Copetones, Pajaritos taque taque, Buhos, canarios, cardenal.

Oso hormiguero, Armadillos, Guacharacas entre otros

Este aspecto de fauna se contempla dándole su identificación hasta especie en varios casos, Se trato de conservar los nombres vernáculos dados por algunos habitantes de la zona, no se tiene la certeza de determinación de especies en particular en muchos casos.

En los momentos actuales existen muchas especies que se reportan en vía de extinción, o muy vulnerables. Hasta ahora no hay una información bien precisada respecto a estos estados de desaparición de especies animales. La probable razón de alta vulnerabilidad por extinción de especies tanto animales como vegetales, se a debido al proceso de intervencionismo antrópico en las áreas de vegetación que el Hombre ataca y no conserva con el fin de encontrar mayor comodidad en su diario vivir. (Humberto E. García P. Docente UIS en Botánica.)

5.6 COMPONENTE PAISAJÍSTICO

En la subregión oriental que es una de las más deprimidas en el Municipio de Zapatoca, se encuentra ubicado el relleno sanitario, vereda El Carrizal; esta subregión por su ubicación geográfica a lo largo del valle del río Suárez hace que presente características difíciles para su desarrollo y progreso. Las precipitaciones bajas, la erosión generalizada, las pendientes abruptas, la escasez de agua, carencia de infraestructura para su distribución, la falta de vías de penetración y escaso mantenimiento que se realiza a las existentes, hacen que en esta subregión, se presenten los mayores índices de pobreza en el municipio.

Teniendo en cuenta las características de precipitación y altitud, al parecer podría ubicarse la zona directa de influencia del relleno, dentro de los bosques muy húmedo premontano, según el sistema Holdridge de clasificación de los bosques en el mundo.

El relleno sanitario, en primera instancia, no produce un impacto visual fuerte, aunque la presencia Gallinazos y la falta de reforestación, disminuye la calidad paisajista.

5.7 COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL

La Actividad socio – económica en general se basa en el comercio (hoteles, restaurantes, droguerías, tiendas de mercado y artesanías, peluquerías, papelerías, etc.), pequeñas y medianas empresas (panaderías, dulcerías, carpinterías, modisterías) y en actividades de autoempleo.

El Municipio de Zapatoca, posee diversidad en sus procesos productivos tales como la agricultura, la ganadería, la piscicultura, la minería extractiva, la pequeña industria y la agroindustria, además, en el sector financiero posee experiencia de ahorro ejemplar para otros Municipios y cuenta con El Banco Agrario y la cooperativa Coomultrasan.

5.7.1 Nivel Educativo

El nivel de educación es medio, ya que solo existen instituciones de educación básica primaria y secundaria, no existe ningún centro de capacitación técnica.

Actualmente existen dos colegios, “El sagrado Corazón de Jesús” con 296 alumnos y el “Instituto Técnico Industrial Santo Tomas” con aproximadamente 1200 alumnos incluyendo básica primaria y Secundaria, también se encuentran otros jardines infantiles y los organizados por el ICBF que funcionan como guarderías.

5.7.2 Servicios Públicos

◆ **Acueducto**

El municipio cuenta con una planta de tratamiento de agua potable (PTAP) ubicada al costado sur de la cabecera municipal en la vía que conduce al Socorro, con una capacidad de 27 Lps. Existe una captación de caudal considerable de las fuentes llamadas La zarza - Aurora – Pino y Quebrada El Ramo, correspondiente a 48 y 12 Lps, respectivamente, las cuales suministran agua a la planta de tratamiento por sistema de gravedad en excelentes condiciones de presión y de potabilidad.

El número de predios urbanos beneficiados con el servicio corresponde a 2017 registrados.

◆ **Alcantarillado**

La disposición final de desechos líquidos y aguas lluvias de la cabecera Municipal se realiza sobre la Quebrada Uchuval, ubicada al costado de la vía que conduce a Bucaramanga. El sistema de alcantarillado es combinado y según la dependencia de servicios públicos de la Alcaldía, el servicio se presta a 1797 viviendas. En los sectores donde falta el alcantarillado, las viviendas cuentan con pozos sépticos. En otros sectores se adelanta obras de construcción y mantenimiento.

Existe un caso particular dentro de la cabecera de Zapatoca para la evacuación de las aguas negras; consiste en arrojar los éstos volúmenes en formaciones cavernosas, caso de delicado estudio por la posibilidad de acumulación de gases en las galerías de las cavernas.

Las aguas negras arrojadas a la quebrada y a las cavernas, hasta la fecha

no se les ha realizado ningún tipo de tratamiento y por el contrario están acompañadas de desechos sólidos. Actualmente se adelanta la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

◆ **Aseo**

El servicio de aseo se presta a 1863 viviendas que corresponden al casco urbano del municipio.

◆ **Luz**

El servicio de luz lo presta la Electrificadora de Santander, cubre el 100% de la población. El alumbrado público en algunos sectores es deficiente, principalmente por falta de mantenimiento.

◆ **Teléfono**

En el casco urbano, Telecom presta el servicio a 1400 viviendas, distribuidas en estratos 1,2 y 3, facilitando con un subsidio a los estratos 1 y 2.

5.7.3 Otros Componentes

◆ **Transporte**

En el casco urbano existe el servicio de taxi. El transporte intermunicipal lo presta Copetrán y Cotransmagdalena, el servicio en general es bueno.

◆ **Iglesias**

En este Municipio se encuentran varias comunidades religiosas. Entre los templos de la iglesia católica podemos citar; La Catedral de San Joaquín de Zapatoca, La Capilla de Santa Bárbara, la Capilla de San Vicente de Paúl, entre otras.

◆ **Turismo**

Presenta una atrayente gama de posibilidades ecológicas, recreativas, artísticas y culturales que la hacen un obligado punto de cita para el turismo exigente del ámbito Departamental y Nacional. Entre los atractivos turísticos podemos citar: La Cueva del Nitro, las Cascadas de La Lajita y el pozo del Ahogado, Campo Santo, y a su vez disfrutar de las Ferias del Retorno y la Cordialidad.

◆ **Salud**

El sistema de salud se desarrolla por medio del Hospital Integrado La Merced, en lo relativo a la atención de los servicios asistenciales de primer nivel con una cobertura tanto del sector urbano como del rural.

5.7.4 Estimación de la Población y Nivel de Complejidad

El conocimiento de la población a servir es necesario para definir las cantidades de desechos sólidos que son producidos por el Municipio, además es importante determinar el crecimiento de la población para el período de diseño del relleno sanitario.

Para estimar la población, se realizó en el mes de agosto de 2003, un censo de las casas de la localidad, además de los establecimientos comerciales, industriales e institucionales. En la siguiente tabla se encuentran los resultados:

Tabla 1. Número de viviendas del municipio según su clasificación.

| RESIDENCIAL | INSTITUCIONAL | INDUSTRIAL | COMERCIAL |
|-------------|---------------|------------|-----------|
| 1750 | 17 | 26 | 122 |

En la misma fecha, se realizó una encuesta aleatoria en el casco urbano para estimar el número de habitantes por vivienda, los datos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 2. Numero de habitantes por vivienda.

| No. DE HABITANTES | No. DE VIVIENDAS | TOTAL |
|-------------------|------------------|------------|
| 1 | 2 | 2 |
| 2 | 14 | 28 |
| 3 | 23 | 69 |
| 4 | 44 | 176 |
| 5 | 33 | 165 |
| 6 | 15 | 90 |
| 7 | 7 | 49 |
| 8 | 7 | 56 |
| | 145 | 635 |

Se calculó la media aritmética para determinar el número de habitantes promedio por vivienda:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Donde:

X_n = número de habitantes

n = número de viviendas

Reemplazando en la ecuación, se obtiene:

$$\bar{X} = \frac{635}{145} = 4.3$$

El número de habitantes por vivienda es de cuatro coma tres (4,3).

◆ **Cálculo de la población**

Teniendo en cuenta que existen 1750 viviendas y que son 4,3 habitantes por cada una de ellas, el número total de personas en el casco urbano es de aproximadamente 7525.

◆ **Proyección de la población**

Para calcular la población en un período de diseño de 5 años se utiliza el método geométrico, la ecuación es:

$$P_i = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

P_o = población inicial

P_i = población futura

r = tasa de crecimiento)

n = número de años (5 años)

A partir de los registros históricos de los censos realizados por el DANE, la tasa de crecimiento de la población para el Municipio de Zapatoca es negativa.

Según el censo realizado, y los registros de los usuarios de los servicios públicos, la población actual de la cabecera Municipal es mayor que la proyectada por el DANE, se puede concluir que en la actualidad no existe un decrecimiento en la población. Teniendo en cuenta lo anterior, la proyección

de la población para la elaboración del Plan Maestro de Alcantarillando no será negativa, Por lo tanto se asume una tasa de crecimiento de 0.5%

Tabla 3. Datos de proyección de la población calculada año tras año. Información DANE

| AÑO | TOTAL POBLACIÓN | POBLACIÓN CABECERA | POBLACIÓN RESTO | AÑO | TOTAL POBLACIÓN | POBLACIÓN CABECERA | POBLACIÓN RESTO |
|------|-----------------|--------------------|-----------------|------|-----------------|--------------------|-----------------|
| 1973 | 11.513 | 6.268 | 5.245 | 2001 | 10.876 | 6.169 | 4.707 |
| 1985 | 10.593 | 6.505 | 4.088 | 2002 | 10.779 | 6.141 | 4.638 |
| 1993 | 10.224 | 6.063 | 4.161 | 2003 | 10.674 | 6.107 | 4.567 |
| 1994 | 11.265 | 6.241 | 5.024 | 2004 | 10.559 | 6.067 | 4.492 |
| 1995 | 11.291 | 6.239 | 5.052 | 2005 | 10.437 | 6.020 | 4.417 |
| 1996 | 11.240 | 6.237 | 5.003 | 2006 | 10.379 | 5.968 | 4.411 |
| 1997 | 11.181 | 6.232 | 4.949 | 2007 | 10.274 | 5.908 | 4.366 |
| 1998 | 11.116 | 6.223 | 4.893 | 2008 | 10.135 | 5.828 | 4.307 |
| 2009 | 11.045 | 6.211 | 4.834 | 2009 | 9.852 | 5.665 | 4.187 |
| 2000 | 10.961 | 6.192 | 4.769 | | | | |

Reemplazando:

$$P_i = 7525(1 + 0.005)^5 = 7715hab$$

Se obtiene 7715 habitantes.

◆ Nivel de Complejidad

El proyecto se debe ubicar en uno de los siguientes niveles de complejidad, según el número de habitantes en la zona urbana y su capacidad económica.

Para determinar esta capacidad económica se seguirá el procedimiento citado por la norma RAS, capítulo A.3.2.

Se utiliza para el proyecto la metodología de salario promedio del municipio; el cual es un salario mínimo mensual legal vigente, teniendo en cuenta que la mayor parte de sus habitantes viven de los jornales generados por el trabajo en fincas agrícolas que quedan en los alrededores del pueblo, peluquerías, tiendas, dulcerías, carpinterías, modisterías, etc. Lo que refleja que la capacidad económica del pueblo es baja.

Tabla 4. Determinación del nivel de complejidad

| NIVEL DE COMPLEJIDAD | POBLACIÓN EN LA ZONA URBANA (HAB) | CAPACIDAD ECONÓMICA DE LOS USUARIOS |
|----------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Bajo | < 2500 | Baja |
| Medio | 2501 a 12500 | Baja |
| Medio Alto | 12501 a 60000 | Media |
| Alto | > 60000 | Alta |

Como la población está entre 2501 y 12500 habitantes, y la capacidad económica es baja, el nivel de complejidad del municipio es medio.

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1 UBICACIÓN DEL RELLENO

El relleno sanitario se encuentra ubicado al nor - oriente del Casco Urbano del Municipio de Zapatoca, en la vereda El Carrizal, ubicada sobre la vía Zapatoca – Girón tomando un ramal por la margen derecha a la altura del Km. 5 + 500 m, por este ramal se avanzan 2 Km., y se llega al lote del relleno, éste se ubica a 1730 m.s.n.m. El predio pertenece al señor Agustín Prada Orejarena quien arrendó el lote a la Alcaldía para este servicio.

6.2 ACTUAL ESTADO DEL SERVICIO

Su funcionamiento no es el más óptimo pero si es de los mejores dentro del departamento en cuanto manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos.

Actualmente no existe demanda alguna de recursos naturales en la zona directa del relleno.

6.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OPERACIÓN

6.3.1 Sistema de recolección y transporte

El tipo de servicio de recolección prestado es de acera y esquina, para este

método se utiliza actualmente una cuadrilla de cinco personas la cual consta de dos operarios que se encargan directamente de la recolección puerta a puerta; otros dos sobre el vehículo recolector que la reciben, (para ésta actividad están dotados de un par de guantes de cuero, cada uno) La acomodan y realizan un reciclaje superficial, y el conductor del vehículo: Volqueta marca Dodge modelo 76, la cual tiene una capacidad de 6 a 9 ton. Aproximadamente.

Foto 4. Vehículo recolector en la disposición final



6.3.2 Frecuencia de recolección

Los días martes y viernes se cubren todo el casco urbano incluyendo sector residencial, industrial, institucional y comercial.

El lunes se recoge en la casa de mercado y en dos centros de alta producción; el colegio Instituto Técnico Industrial y algunas panaderías.

El día jueves y sábado se recogen en la casa de mercado y adicionalmente en el matadero el día sábado.

El servicio de recolección cubre todo el casco urbano, excluyendo el hospital, el cual incinera sus residuos sólidos.

6.3.3 Estado de las vías

Las vías sobre la cual se presta el servicio generalmente se encuentran en buen estado, la mayoría son en concreto, otras en tierra y algunas en piedra; existen calles que por ser escaleras, es imposible el acceso del vehículo.

6.3.4 Tiempos estimados de recolección

La ruta de recolección cubre casi en su totalidad las calles y carreras del casco urbano, iniciando a las 7:00 a.m. y finalizando aproximadamente a las 4:30 p.m.

El tiempo de recolección es de aproximadamente 2 horas, el tiempo de transporte es de 50 minutos y el tiempo muerto es de 1 hora; por lo tanto, en el día se va al relleno tres veces; Dos viajes en la mañana y uno en la tarde. Estos tiempos pertenecen a un día de recolección general en el casco urbano.

6.3.5 Producción de las basuras

Para determinar la cantidad de basura producida por habitante- día, se

realizó un muestreo en diferentes sectores del municipio, este método se utilizó debido a la dificultad de medir la totalidad de la producción.

En un día de recolección normal (martes), se pesaron 100 muestras de basura que incluyeron los diferentes sectores; residencial, comercial, industrial e institucional. Los datos obtenidos se observan en la siguiente tabla:

Tabla 5. Peso de la producción actual de la basura.

| No. REPETICIONES | PESO (KG) | PESO TOTAL (KG) | No. REPETICIONES | PESO (KG) | PESO TOTAL (KG) |
|------------------|-----------|-----------------|------------------|-----------|-----------------|
| 3 | 0.25 | 0.75 | 5 | 6.5 | 32.5 |
| 1 | 1.25 | 1.25 | 4 | 7 | 28 |
| 4 | 1.5 | 6 | 5 | 7.5 | 37.5 |
| 5 | 2 | 10 | 1 | 8 | 8 |
| 2 | 2.25 | 4.5 | 3 | 8.5 | 25.5 |
| 4 | 2.5 | 10 | 2 | 9 | 18 |
| 1 | 2.75 | 2.75 | 3 | 10 | 30 |
| 3 | 3 | 9 | 3 | 10.5 | 31.5 |
| 3 | 3.25 | 9.75 | 2 | 11.25 | 22.5 |
| 3 | 3.5 | 10.5 | 2 | 12 | 24 |
| 2 | 3.75 | 7.5 | 3 | 12.5 | 37.5 |
| 3 | 4 | 12 | 1 | 14.5 | 14.5 |
| 1 | 4.25 | 4.25 | 5 | 15 | 75 |
| 3 | 4.5 | 13.5 | 1 | 15.5 | 15.5 |
| 3 | 4.75 | 14.25 | 1 | 16 | 16 |
| 3 | 5 | 15 | 1 | 17.75 | 17.75 |
| 7 | 5.5 | 38.5 | 1 | 18.75 | 18.75 |
| 2 | 5.75 | 11.5 | 1 | 32.5 | 32.5 |
| 2 | 6 | 12 | 100 | | 684.25 |
| 1 | 6.25 | 6.25 | | | |

Para obtener la producción por casa, se calcula la media aritmética para las viviendas, y para los diferentes establecimientos:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Donde

X_1 = peso de la muestra en Kg.

N = número de muestras

$$\bar{X} = \frac{684}{100} = 6.84 \text{ Kg / vivienda}$$

Como el muestreo se realizó en un día de recolección que acumula 4 días, la producción diaria por vivienda es:

$$\bar{X} = \frac{6.84}{4} = 1.7 \text{ Kg / vivienda - día}$$

Ahora, para calcular la producción per-capita, se tiene en cuenta que en una vivienda habitan en promedio 4,3 personas:

$$\bar{X} = \frac{1.7}{4.3} = 0.39 \text{ Kg / hab - día}$$

En conclusión, la producción per-capita en el municipio es 0.39 Kg/hab-día.

La producción mensual proyecta a 5 años del municipio de Zapatoca es:

$$\text{producción mensual} = 0.39(\text{kg / hab - día}) * 7715(\text{hab}) * 30(\text{días}) = 90265 \text{ kg}$$

La producción mensual será aproximadamente de 90.3 ton.

6.3.6 Ruta actual de recolección

Para obtener el plano de la ruta actual, se realizó el recorrido en el vehículo y se obtuvo la siguiente ruta.

[Anexo E.dwg](#) Plano de la ruta actual de recolección de residuos sólidos.

6.4 ASPECTOS SOCIALES RELACIONADOS CON EL SISTEMA

6.4.1 Barrido de las calles

En el Municipio, el aseo de las calles lo realizan empleados de la alcaldía destinados a este oficio. Generalmente el barrido se hace en las horas de la mañana y se cubren los parques y las calles del casco urbano. Se realiza manualmente con escobas, palas y carretillas.

Los residuos provenientes del aseo, son llevados a la casa de mercado, para ser recogidos luego, junto con los residuos sólidos que se producen en ésta y ser llevados al relleno.

6.4.2 Reciclaje

Actualmente existen dos “recolectores independientes” sin ninguna organización ni cooperativa que los agremie. El reciclaje es una actividad que les genera ingresos económicos. Ésta labor la realizan los días de la ruta de recolección general y logran acumular suficiente cantidad en un período entre 6 y 8 meses aproximadamente, para comercializarlo en Bucaramanga.

Adicionalmente el operario encargado del relleno sanitario también recicla en éste sitio; vidrio, latas, hierro y bronce, para cada tres meses comercializarlo y así generarse ingresos económicos.

En las fuentes productoras no se realiza ningún tipo de reciclaje, ni tampoco se están adelantando campañas con el fin de educar a la comunidad

Antes de su disposición final se realiza una preclasificación directamente en el vehículo recolector de vidrio, metales y cartón.

6.4.3 Centros de Producción

Los mayores centros de producción de residuos sólidos son las panaderías, algunos hoteles, los colegios, la Alcaldía, el Hogar para ancianos y la plaza de mercado.

Estos residuos sólidos se componen en su mayoría de materia orgánica, (desechos de cocina), papeles, cartón, plásticos y en una menor porción se encuentran los metales, el vidrio y la madera.

Foto 5. Recolección de residuos en la plaza de mercado



6.4.4 Dispositivos de recolección

Los dispositivos de recolección como canecas públicas están distribuidos hacia el centro del Casco Urbano, donde se centran las actividades comerciales, institucionales y culturales de la población.

6.5 SISTEMAS DE TRATAMIENTO

Actualmente el único sistema de tratamiento especial que existe, es la planta de incineración que está ubicada en el hospital del Municipio, y es utilizada exclusivamente para los residuos sólidos que se producen en la institución.

En el relleno sanitario no existe ningún tipo de tratamiento especial como planta de compostaje o planta de incineración.

6.6 SISTEMAS DE DISPOSICIÓN FINAL

6.6.1 Conformación de las celdas

Para la conformación de las celdas actualmente se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se vierte el contenido de los residuos dentro de la zanja.
2. Se recicla vidrio, aluminio, cobre, hierro y bronce.
3. Se incineran plásticos, cartón, papel y fibras.
4. Se distribuye en un área aproximada de 16 m², con una altura media de 0.6m.
5. Se fumiga con veneno paredón.
6. Se adiciona cal.
7. Se cubre con una capa de tierra de 20 cm. aproximadamente.
8. Por último se fumiga nuevamente.

Foto 6. Preparación de la Celda Diaria



El mismo suelo removido es el utilizado como material de cobertura. No existen filtros para el manejo de gases y lixiviados, ni tampoco se compacta la basura para evitar asentamientos posteriores del terreno.

La dimensión de cada zanja es de 4 m de ancho por 4 m de profundidad por 80 m de longitud aproximadamente, dependiendo de la longitud del lote.

Foto 7. Zanja Tipo



6.6.2 Composición de los residuos sólidos

◆ Composición física

Se realizó la composición física de la basura en el mes de agosto de 2003, en un día de recolección general, mediante el método del cuarteo, que consiste en vaciar el contenido del vehículo en un sitio limpio, se voltea la

basura hasta conseguir una mezcla homogénea, se aglutina formando un círculo aproximado de 4 m, y se dividen en cuatro partes iguales, se escogen 2 cuartos opuestos y se forma con estos otro círculo y así sucesivamente hasta obtener el peso deseado; al final se tomo un peso de 59.5 Kg.

Manualmente se seleccionaron los materiales, se colocaron en bolsas separadas y se pesaron. Los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Composición física de las basuras

| Elemento | Peso (Kg.) | Porcentaje en peso (%) |
|-----------------------|-------------|------------------------|
| Residuos de alimentos | 37.7 | 63.36 |
| Papel y cartón | 6.6 | 11.09 |
| Plásticos | 3.9 | 6.55 |
| Textiles | 2.8 | 4.71 |
| Madera | 0.7 | 1.18 |
| Vidrio | 1.7 | 2.86 |
| Metales | 3.0 | 5.04 |
| Otros | 3.1 | 5.21 |
| Total | 59.5 | 100 |

Foto 8. Composición física de los residuos sólidos



◆ Composición química

Realizar la composición química de los residuos sólidos es necesario para mantener un registro de las características de éstos.

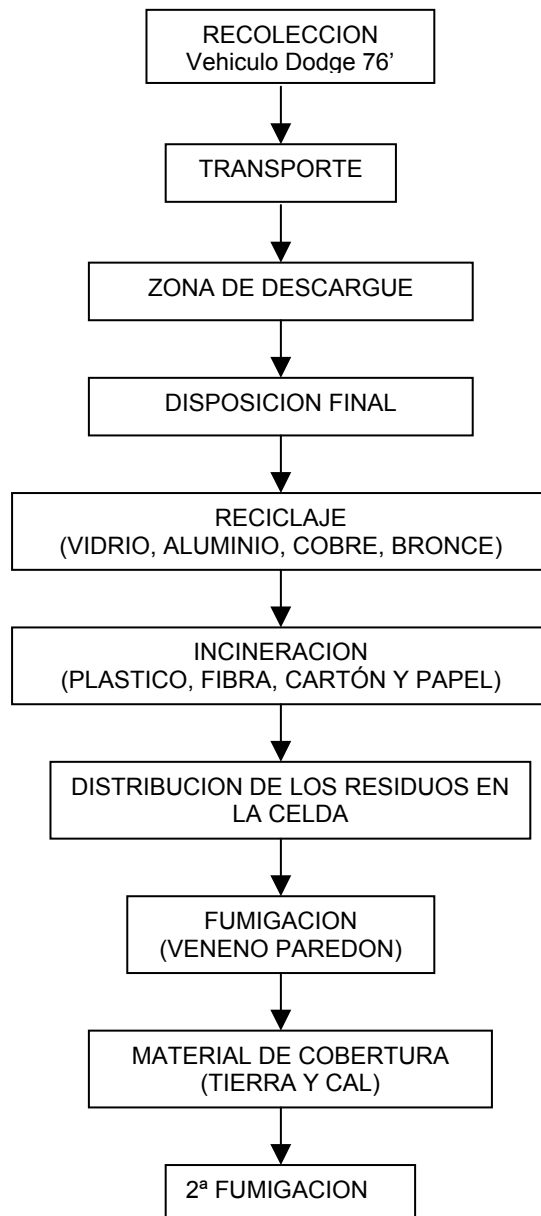
Teniendo en cuenta la similitud entre los municipios de Curití y Zapatoca con relación a las características socioeconómicas y culturales, la composición química de estos municipios se puede considerar similar, por lo tanto para este caso se tomaran los datos obtenidos en Curití

Tabla 7. Composición química de las basuras

| | |
|----------------------------------|--------|
| Humedad | 54.17% |
| PH | 6.74% |
| Material Volátil (material Seco) | 64.64% |
| Residuos (Material Seco a 600°C) | 35.36% |
| Nitrógeno Total (Material Seco) | 0.77% |
| Calcio Total (Material Seco) | 1.19% |

6.6.3 Diagrama de flujo del funcionamiento del relleno sanitario

Figura 2. Diagrama de flujo del funcionamiento del relleno sanitario



7. IDENTIFICACION Y VALORACION DE IMPACTOS

La metodología de evaluación son mecanismos estructurados para la identificación y cuantificación de los impactos ambientales de una acción determinada. Ellos constituyen una parte central de los estudios de impacto ambiental, pero no deben ser confundidas con el mismo. Los métodos generales se refieren a mecanismos por medio de los cuales se recolecta, organiza, evalúa y se presenta la información.

Los impactos pueden ser establecidos cuantitativamente cuando existen indicadores, normas o estándares que permitan hacer dicho cálculo; de no ser así solo podrán ser analizados en forma cualitativa. Las metodologías de evaluación de impactos ambientales disponibles se dividen en dos grandes categorías: Metodologías orientadas a la identificación y las Metodologías para evaluar la magnitud e importancia de los impactos.

La metodología para la evaluación de las magnitudes, se apoya en listas de chequeo o verificación, ya que se presupone una identificación previa de los impactos y deben adecuarse al nivel de desarrollo o fases de un proyecto, al tipo de proyecto y al entorno en el cual se implementan. Por esta razón una misma metodología podrá aplicarse con distintos grados de profundidad o detalle.

7.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

Para la identificación y evaluación de impactos, se ajusto a la Metodología desarrollada por Vicente Conesa.

◆ **Matriz de Conesa**

Esta matriz exige un análisis general del proyecto, una definición y descripción del entorno y una previsión de los efectos que el proyecto genera sobre el medio. A partir de esta fase, inicia la valoración cualitativa propiamente dicha.

La matriz de impactos de Conesa, es de tipo causa- efecto, que consiste en un cuadro de doble entrada en cuyas filas figuraran las acciones impactantes y dispuestos en columnas los factores medio ambientales susceptibles de recibir impactos. Para su ejecución es necesario identificar las acciones que pueden causar impactos, sobre una serie de factores del medio.

Primero se plantea una matriz de identificación de acciones que puedan causar impactos en la fase de construcción, en la fase de funcionamiento del proyecto y la clausura de proyecto.

Segundo se identifica los factores ambientales del entorno susceptibles de recibir impactos. El entorno está constituido por el sistema físico, biótico y socio-económico cultural, a su vez está constituido por subsistemas a los cuales pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles.

Por último se concluye con la matriz de importancia, que una vez identificadas las acciones y los factores del medio que serán impactados, esta matriz nos permitirá obtener una valoración cualitativa. La valoración de esta matriz de importancia corresponde a once parámetros.

7.1.1 Identificación de impactos

La identificación de los impactos ambientales generados por el Relleno Sanitario se basó en la aplicación de una metodología matricial, la cual permitió determinar los impactos a través de la relación de cada una de las actividades del proyecto con los diferentes componentes del medio ambiente.

[Anexo F.xls](#) Identificación de impactos Ambientales.

De ésta tabla se puede establecer los siguientes aspectos:

- El proyecto presenta 14 actividades con potencial para causar impactos sobre el medio ambiente.
- El medio ambiente fue dividido en 17 elementos, lo que determina que existen 238 posibles relaciones del proyecto con el medio ambiente.
- Se identificaron 74 impactos potenciales que causa el proyecto sobre el medio ambiente correspondiente al 31% de las relaciones posibles.
- Los elementos del ambiente sobre los cuales interactúan con más frecuencia el proyecto corresponden al Geosferico con 21 interacciones y al socio cultural con 15 interacciones.
- Los aspectos infraestructura y biótico son los componentes con menor interacción los cuales presentan 5 y 6 de ellas respectivamente.

7.1.2 Evaluación de impactos

La evaluación de los impactos identificados se basó en la calificación de varios parámetros que determinan la magnitud de un impacto. Para cada

parámetro se definió una escala de calificación, la cual fue definida por el grupo evaluado de acuerdo con las condiciones particulares del proyecto.

Tabla 8. Parámetros de calificación ambiental

| PARAMETRO | DESCRIPCION | CALIFICACION | VALOR |
|--|---|---|-------|
| INTENSIDAD (IT) | Mide el grado de alteración producido sobre el elemento ambiental, de acuerdo con sus condiciones iniciales. | BAJA | 1 |
| | | MEDIA | 15 |
| | | ALTA | 30 |
| COBERTURA (CO) | Indica el área teórica del entorno que se verá afectada por el impacto. | PUNTUAL | 1 |
| | | LOCAL | 10 |
| | | REGIONAL | 15 |
| PROBABILIDAD DE OCURRENCIA (PO) | Indica el grado de certeza de que el impacto sea causado sobre el medio ambiente. | BAJA | 1 |
| | | MEDIA | 5 |
| | | ALTA | 10 |
| PERSISTENCIA (PE) | Indica el tiempo de permanencia del impacto desde su aparición hasta su retorno a la condición inicial. | FUGAZ(1dia) | 1 |
| | | TEMPORAL (<6meses) | 5 |
| | | PERMANENTE (>6meses) | 10 |
| REVERSIBILIDAD (RE) | Indica la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto o de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales. | CORTO PLAZO (1 mes) | 1 |
| | | MEDIANO PLAZO(1a 6 meses) | 2 |
| | | LARGO PLAZO (> a 6 meses) | 4 |
| | | IRREVERSIBLE (nunca) | 5 |
| PERIODICIDAD (PR) | Indica la regularidad con que se presenta el efecto que causa el impacto sobre el medio ambiente. | IRREGULAR | 1 |
| | | PERIODICO | 5 |
| | | CONTINUO | 10 |
| RECUPERABILIDAD (RC) | Indica a posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto o de retornar a las condiciones iniciales por acciones del proyecto. | RECUPERABLE | 1 |
| | | MITIGABLE | 5 |
| | | NO RECUPERABLE | 10 |
| TENDENCIA (TE) | Indica si el impacto causado es progresivo o nó, cuando persiste la acción que lo genera. | SIMPLE | 1 |
| | | ACUMULATIVO | 5 |
| SINERGIA (SI) | Indica el grado de relación del impacto causado sobre otros impactos. Mide el grado de amplificación del impacto por su relación con los demás. | NO SINERGICO | 1 |
| | | SINERGICO | 5 |
| MAGNITUD (MG) | Indica la magnitud del impacto ponderando los demás parámetros de cuantificación de los impactos. | $MG=CR(IT+CO+PO+PE+RE+PR+RC+TE+SI)$ | (a) |
| CARÁCTER (CR) | Indica si el impacto es benéfico (+) o perjudicial para el medio ambiente(-) (b). | | |
| (a) Varía de 10 a 100 | | (b) Basado en definiciones del decreto 1753/94. | |

Se presentan los parámetros, con su respectiva descripción y las escalas de calificación. Una vez se definieron los parámetros de calificación de impactos, se procedió a realizar la valoración de cada uno de los impactos identificados.

La magnitud de los impactos fue determinada mediante la siguiente expresión.

$$\mathbf{MG = CR*(IT+CO+PO+PE+RE+PR+RC+TE+SI)}$$

Donde:

MG= MAGNITUD

CR= Carácter (positivo o negativo)

IT= Intensidad

CO= Cobertura

PO= Probabilidad

PE= Persistencia

RE= Reversibilidad

PR= Periodicidad

RC= Recuperabilidad

TE= Tendencia

SI= Sinergia

La magnitud de un impacto varia de 10 a 100, donde el valor máximo representa la máxima alteración del elemento del ambiente, ya sea en forma positiva o negativa. Para la jerarquización de los impactos igualmente se empleó la siguiente valoración cualitativa.

Tabla 9. Valoración cualitativa de los impactos.

| MAGNITUD | VALORACION | |
|------------|-------------|-------------|
| | POSITIVOS | NEGATIVOS |
| Menor a 40 | Irrelevante | Irrelevante |
| 40 a 60 | Moderado | Aceptable |
| 60 a 80 | Importante | Severo |
| Mayor a 80 | Relevante | Critico |

La siguiente tabla, presenta los resultados de la evaluación de impactos.

Tabla 10. Resultados de la evaluación de impactos

| N | NOMBRE DEL IMPACTO | EVALUACION | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | CR | IT | CO | PO | PE | RV | PR | RC | TE | SI | MG |
| 1 | Alteración de patrón de drenaje | - | 1 | 1 | 5 | 10 | 5 | 10 | 5 | 1 | 1 | -39 |
| 2 | Alteración del paisaje | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 10 | 5 | 1 | 1 | 67 |
| 3 | Alteración de la calidad del aire por emisión de gases. | - | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 | -26 |
| 4 | Generación de ruido | - | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 | -26 |
| 5 | Reducción de la capacidad de infiltración del suelo | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 10 | 1 | 5 | -75 |
| 6 | Mejoramiento en la infraestructura | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 10 | 10 | 1 | 5 | 76 |
| 7 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 10 | 10 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 34 |
| 8 | Valorización de predios | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 5 | 62 |
| 9 | Incremento en la demanda de bienes y servicios | + | 1 | 10 | 10 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 |
| 10 | Alteración de patrón de drenaje | - | 1 | 1 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -43 |
| 11 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | - | 1 | 1 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 43 |
| 12 | Alteración del paisaje | - | 1 | 1 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -43 |
| 13 | Reducción de la capacidad de infiltración | - | 1 | 1 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -43 |

| N | NOMBRE DEL IMPACTO | EVALUACION | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | CR | IT | CO | PO | PE | RV | PR | RC | TE | SI | MG |
| 14 | Mejoramamiento en la infraestructura | + | 1 | 1 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 43 |
| 15 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 1 | 10 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 25 |
| 16 | Alteración del paisaje | - | 1 | 1 | 10 | 10 | 5 | 10 | 1 | 1 | 5 | -44 |
| 17 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 1 | 10 | 0 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 43 |
| 18 | Alteración de patrón de drenaje | - | 30 | 10 | 10 | 5 | 4 | 5 | 1 | 1 | 5 | -71 |
| 19 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | - | 30 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 5 | -72 |
| 20 | Alteración del paisaje | - | 30 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | -76 |
| 21 | Alteración de la calidad del aire por emisión de gases. | - | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 5 | -26 |
| 22 | Generación de ruido | - | 1 | 1 | 10 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | -22 |
| 23 | Reducción de la capacidad de infiltración del suelo | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 5 | 1 | 1 | 5 | -61 |
| 24 | Perdida de cobertura vegetal | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -66 |
| 25 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 1 | 10 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 5 | 25 |
| 26 | Alteración de patrón de drenaje | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 71 |
| 27 | Alteración de la calidad del agua | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 71 |
| 28 | Mejoramamiento en la infraestructura | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 10 | 1 | 1 | 5 | 72 |
| 29 | Generación de fuentes de empleo | + | 15 | 1 | 5 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 30 |
| 30 | Alteración de patrón de drenaje | - | 15 | 10 | 10 | 5 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -61 |
| 31 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | -66 |
| 32 | Alteración de la calidad del agua | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 5 | 5 | 5 | -74 |
| 33 | Reducción de la capacidad de infiltración del suelo | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 71 |
| 34 | Mejoramamiento en la infraestructura | + | 1 | 10 | 10 | 10 | 0 | 5 | 1 | 1 | 5 | 43 |
| 35 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 10 | 10 | 5 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 34 |
| 36 | Alteración de la calidad del aire por emisión de gases. | - | 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 5 | -26 |
| 37 | Generación de olores | - | 1 | 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 5 | -22 |

| N | NOMBRE DEL IMPACTO | EVALUACION | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | CR | IT | CO | PO | PE | RV | PR | RC | TE | SI | MG |
| 38 | Mejoramiento en la infraestructura | + | 1 | 10 | 10 | 10 | 0 | 5 | 1 | 1 | 5 | -43 |
| 39 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 10 | 10 | 5 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 34 |
| 40 | Desarrollo de Organizaciones comunitaria | + | 15 | 10 | 1 | 5 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 39 |
| 41 | Alteración del paisaje | + | 1 | 10 | 1 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 35 |
| 42 | Incremento en la demanda de bienes y servicios | + | 1 | 10 | 1 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 35 |
| 43 | Alteración de la calidad del aire por emisión de gases. | - | 30 | 15 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | -40 |
| 44 | Generación de olores | - | 15 | 15 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | -71 |
| 45 | Generación de ruido | - | 15 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | -66 |
| 46 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 1 | 10 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 34 |
| 47 | Generación de fuentes de empleo | + | 15 | 10 | 5 | 10 | 0 | 10 | 1 | 5 | 5 | 61 |
| 48 | Desarrollo de Organizaciones comunitaria | + | 1 | 10 | 1 | 5 | 0 | 5 | 0 | 1 | 5 | 28 |
| 49 | Incremento en el nivel de ingresos | + | 1 | 1 | 5 | 10 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 25 |
| 50 | Incremento en la demanda de bienes y servicios | + | 1 | 10 | 5 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 39 |
| 51 | Alteración de patrón de drenaje | - | 1 | 1 | 10 | 1 | 2 | 5 | 1 | 1 | 5 | -27 |
| 52 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | - | 15 | 10 | 10 | 5 | 4 | 10 | 5 | 1 | 5 | -65 |
| 53 | Alteración de la calidad del agua | - | 1 | 1 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 1 | 5 | -30 |
| 54 | Reducción de la capacidad de infiltración del suelo | - | 15 | 10 | 10 | 5 | 4 | 10 | 5 | 1 | 5 | -64 |
| 55 | Inmigración de Fauna | - | 1 | 1 | 5 | 5 | 4 | 10 | 5 | 1 | 5 | -37 |
| 56 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 1 | 10 | 10 | 0 | 10 | 1 | 1 | 1 | 35 |
| 57 | Alteración de patrón de drenaje | + | 15 | 10 | 10 | 5 | 0 | 5 | 1 | 5 | 5 | 56 |
| 58 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | + | 15 | 10 | 10 | 1 | 4 | 5 | 1 | 1 | 5 | 52 |
| 59 | Alteración del paisaje | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 70 |
| 60 | Reducción de la capacidad de infiltración del suelo | + | 1 | 10 | 5 | 10 | 4 | 10 | 1 | 1 | 5 | 47 |
| 61 | Aumento en la cobertura vegetal | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 65 |

| N | NOMBRE DEL IMPACTO | EVALUACION | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | CR | IT | CO | PO | PE | RV | PR | RC | TE | SI | MG |
| 62 | Inmigración de Fauna | + | 1 | 10 | 5 | 10 | 4 | 5 | 1 | 5 | 5 | 46 |
| 63 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 10 | 10 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 1 | 30 |
| 64 | Recuperación del patrón de drenaje | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 2 | 10 | 1 | 1 | 5 | 64 |
| 65 | Alteración en el uso actual y potencial del suelo | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 3 | 10 | 1 | 1 | 5 | 65 |
| 66 | Alteración del paisaje | + | 30 | 15 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 90 |
| 67 | Disponibilidad del recurso de agua | + | 1 | 10 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 26 |
| 68 | Calidad del agua | + | 15 | 15 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 75 |
| 69 | Aumento en la cobertura vegetal | + | 30 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 85 |
| 70 | Inmigración de Fauna | + | 15 | 10 | 5 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 65 |
| 71 | Generación de fuentes de empleo | + | 1 | 10 | 5 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 29 |
| 72 | Desarrollo de Organizaciones comunitaria | + | 1 | 1 | 1 | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 | 16 |
| 73 | Valorización de predios | + | 15 | 10 | 5 | 5 | 0 | 10 | 1 | 5 | 1 | 52 |
| 74 | Incremento en la demanda de bienes y servicios | + | 15 | 10 | 10 | 10 | 4 | 10 | 1 | 5 | 5 | 70 |

Los resultados de la evaluación de impactos en relación con cada uno de los componentes del entorno natural y su clasificación de acuerdo a la magnitud de cada impacto se muestran en el Anexo 6.

[Anexo G.xls](#) Matriz de resultados de la evaluación de impactos.

Se puede establecer lo siguiente.

- Considerando las actividades actuales y futuras del Relleno Sanitario, presenta una magnitud neta total positiva de 733 sobre un impacto

potencial total de 23800 que representa el 3.1%. Lo anterior revela un bajo nivel de alteración del proyecto sobre el medio ambiente.

- Los componentes del medio ambiente que presentan una mayor afectación negativa son el atmosférico y el geosférico.
- El componente del ambiente que se ve beneficiado o afectado positivamente en una mayor magnitud corresponde al sociocultural con un valor de 497. El elemento del ambiente más sobresaliente lo constituye el empleo con una magnitud de 414. En menor proporción se observa beneficios sobre el elemento infraestructura con una magnitud de 277.
- Durante la etapa constructiva las actividades del proyecto que más alteración ofrecen sobre el medio ambiente corresponde a la excavación de nuevas zanjas y a la vía de acceso con una magnitud de -267 y -103 respectivamente.
- Durante la etapa operativa las actividades del proyecto que más alteración ofrecen sobre el medio ambiente son la ruta de recolección y el manejo de la celda unitaria con una magnitud de -193 y -188 respectivamente.
- Durante la etapa de post - clausura la actividad del proyecto que mayor beneficio representa es la recuperación del entorno con una magnitud de 637.

8. PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental es para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos generados por el manejo, operación y disposición final del relleno sanitario que actualmente existe.

Tabla 11. Fichas técnicas para el manejo ambiental de los impactos

| FICHA | NOMBRE |
|--------------|---|
| 8.1 | PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN |
| 8.1.1 | Vía de acceso |
| 8.1.2 | Caseta – bodega |
| 8.1.3 | Valla |
| 8.1.4 | Excavación de Zanjas |
| 8.2 | PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA OPERACIÓN |
| 8.2.1 | Manejo de aguas de escorrentía |
| 8.2.2 | Manejo de lixiviados |
| 8.2.3 | Manejo de Gases |
| 8.2.4 | Clasificación de residuos en la fuente productora |
| 8.2.5 | Dispositivos de Aseo |
| 8.2.6 | Ruta de recolección |
| 8.2.7 | Reciclaje de residuos sólidos |
| 8.2.8 | Manejo y operación de la celda unitaria |
| 8.3 | PROGRAMA DE MANEJO EN LA POST-CLAUSURA |
| 8.3.1 | Clausura de zanjas |
| 8.3.2 | Recuperación del entorno |

8.1 PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

8.1.1 Vía de Acceso

OBJETIVO

Presentar las medidas de manejo y control para no interrumpir el transporte de los residuos sólidos.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 1.Alteración del patrón de drenaje | | X | | |
| 2.Alteración del paisaje | | X | | |
| 3.Alteración de la calidad del aire por emisión de Gases | | X | | |
| 4. Generación de Ruido | | X | | |
| 5. educación de la capacidad de Infiltración del suelo. | | X | | |
| 6. Mejoramiento en la Infraestructura | | X | | |
| 7. Generación de fuentes empleo | | | | X |
| 8. Valorización de predios | | | | X |
| 9. Incremento en demanda de bienes y servicios | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

- **Mantenimiento de la vía de acceso al relleno sanitario**

Se requiere hacer un mantenimiento rutinario en la vía de acceso al relleno, principalmente desde el ramal que se toma a los 5.5 Km. de la vía Zapatoca – Girón.

Este tramo, de aproximadamente 2 Km. hasta el relleno, se encuentra sin pavimentar y por ser suelo principalmente limoso y arcilloso, en épocas de lluvia, se vuelve intransitable. Es necesario el mantenimiento con equipo apropiado (motoniveladora), la construcción y conservación de canales laterales a la vía, para coleccionar las aguas lluvias y así evitar la erosión.

El equipo utilizado para el mantenimiento de la vía debe estar en óptimas condiciones, disminuyendo la contaminación atmosférica.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Revisar periódicamente, al menos cada 6 meses, la vía de acceso al relleno, para realizar el mantenimiento oportuno y así evitar la interrupción del transporte de los residuos sólidos al sitio de disposición final.

La Alcaldía Municipal deberá realizar las labores de seguimiento y monitoreo de las actividades propuestas para el mantenimiento de la vía de acceso.

8.1.2 Caseta – Bodega

OBJETIVO

Suministrar un espacio adecuado para el aseo del personal que labora en el relleno, llevar un control de acceso y almacenamiento de materiales y herramientas.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 10. Alteración del patrón de drenaje | | | | X |
| 11. Alteración en el uso actual y potencial del suelo | | | | X |
| 12. Alteración del paisaje | | | | X |
| 13. Reducción de la capacidad de Infiltración del suelo. | | | | X |
| 14. Mejoramiento en la Infraestructura | | | | X |
| 15. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Se construiría una caseta con las dimensiones mínimas, evitando el menor impacto posible en el paisaje pero garantizando el espacio necesario para desarrollar las diferentes actividades del personal. Deberá tener servicio de agua y alcantarillado.

La caseta tiene como función almacenar las herramientas y materiales que se utilizan en el manejo de las celdas, evitando el robo de éstos. Además se va a llevar un registro de las entradas de basura al relleno, el cual servirá para estimar la cantidad de residuos sólidos que se produce en el Municipio. (Tabla 12.)

Para un buen desarrollo en el registro se debe instruir inicialmente al personal, la forma correcta de llevar la tabla.

La caseta tendrá unas dimensiones de 4.0 m de largo por 2.0 m de ancho dando un área total de 8 m². La cimentación de los muros o vigas de amarre serán en concreto ciclopeo. de 0.30 m de ancho por 0.30 m de profundidad a lo largo de toda la mampostería, Los muros serán frisados y los del interior del baño serán

enchapados en cerámica lisa hasta una altura de 2.0 m. La instalación sanitaria estará dotada de ducha, lavamanos y tasa sanitaria para ofrecer el servicio de aseo personal de quien labora en el Relleno. El techo se construirá de tejas de asbesto cemento, tres de No 5 y tres de No 10, el tanque de almacenamiento con capacidad de 250 lts se encuentra fuera de la estructura sobre una placa de concreto reforzado fundida in situ en la parte superior de una de las columnas.

[Anexo H.dwg](#) Plano de detalles constructivos.

Se debe construir un pozo séptico para la disposición de las aguas negras.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La Alcaldía por medio de la Unidad de Servicios Públicos, debe supervisar la correcta construcción de la caseta, y debe realizar un seguimiento mensual del registro que se llevara en el relleno sanitario.

Tabla 12. Registro de la cantidad de basura recolectada

| CANTIDAD DE BASURA RECOLECTADA | | | | | | | |
|--------------------------------|------|------------------------------|--------|-----------|--------|---------|--------|
| Semana de: | | al | | | | | |
| Vehículo | Hora | Peso aproximado en toneladas | | | | | |
| | | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | sábado |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

8.1.3 Valla

OBJETIVO

Informar a la comunidad la existencia y ubicación del relleno sanitario.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|----------------------------|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 16. Alteración del paisaje | | X | | |
| 17. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para informar la ubicación del relleno sanitario, se colocara una valla publicitaria a los 5.5 Km. de la vía Zapatoca –Girón, en la entrada a la vereda El carrizal y tendrá como mínimo, la siguiente información:

- Nombre del relleno sanitario
- Leyenda Cívica
- Nombre del Municipio
- Nombre de la empresa que presta el servicio

La valla será de 1.4 m x 0.80 m, en lamina de Aluminio, apoyada en dos parales y a una altura aproximada de 2.0 m.

Para evitar un impacto severo; los colores, las dimensiones y material no deben alterar el paisaje significativamente.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La Unidad de Servicios Públicos deberá hacer cumplir las anteriores especificaciones, además debe garantizar la existencia de la valla y que siempre este en óptimas condiciones.

8.1.4 Excavación de Zanjas

OBJETIVO

Construir el sitio adecuado para la disposición final de los residuos sólidos.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 18. Alteración del patrón de drenaje | | X | | |
| 19. Cambio en el uso actual y potencial del suelo | | | | X |
| 20. Alteración del paisaje | | | | X |
| 21. Alteración de la calidad del aire por emisión de gases | | X | | |
| 22. Generación de ruido | | X | | |
| 23. reducción en la capacidad de infiltración del suelo | | | | X |
| 24. Pérdida de cobertura vegetal | | | | X |
| 25. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

En el relleno sanitario del municipio, se está utilizando el método de Zanja o trinchera. La tierra que se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Se continuará utilizando éste método.

En el área que actualmente se encuentra encerrada, se construirán 5 zanjas y se mantendrá la separación entre ellas de 2 m para garantizar la estabilidad de los taludes. 2 zanjas tendrán una longitud de 110 m cada una y las restantes tendrán una longitud de 100 m aproximadamente.

[Anexo B.dwg](#). Plano general

Las dimensiones de cada zanja seguirán siendo las mismas; 4.0 m de ancho x 4.0 metros de profundidad.

Con estas características, la vida útil del relleno será:

$$n = \frac{V_T}{V_{RSA}}$$

Donde:

n = numero de años que durara el relleno sanitario

V_T = Volumen total disponible (m^3)

V_{RSA} = Volumen anual producido de residuos sólidos ($m^3/año$)

El valor de V_T se obtiene del área superficial de las zanjas (A_s), multiplicada por la profundidad de ellas (H):

$$V_T = A_s * H = 2080m^2 * 4m = 8320 m^3$$

El volumen anual de los residuos sólidos es:

$$V_{RSA} = V_{Diario} * 365días * MC$$

Donde:

MC = Factor de material de cobertura (1.2 a 1.25)

V_{Diario} = Volumen diario ($m^3/día$)

El V_{Diario} es la relación entre la Producción diaria y la densidad de los residuos compactados en el relleno (500 kg./m^3):

$$Producción\ diaria = ppc * Pob = 0.39kg / hab.día * 7715hab = 3009kg / día$$

Por lo tanto:

$$V_{Diario} = \frac{3009kg / día}{500kg / m^3} = 6.0m^3 / día$$

Con estos datos, se puede calcular el Volumen anual producido y por consiguiente, la vida útil del relleno:

$$V_{RSA} = 6.0m^3 / dia * 365dias * 1.2 = 2628m^3 / año$$

$$n = \frac{8320m^3}{2628m^3 / año} = 3.2años$$

La vida útil del relleno será de aproximadamente 3 años.

Teniendo en cuenta las características del suelo, el cual es impermeable, no existe la necesidad de realizar impermeabilización del fondo y de las paredes laterales de cada zanja, pero se debe dejar una pendiente transversal de 3% en el fondo de cada una de ellas para que los lixiviados se deslicen por el suelo y llegue a los filtros captadores.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La alcaldía por medio del personal encargado, debe realizar un seguimiento en la construcción de cada zanja, supervisando que las especificaciones de diseño se cumplan.

8.2 PROGRAMA DE MANEJO DURANTE LA OPERACIÓN

8.2.1 Manejo de Aguas de Escorrentía

OBJETIVO

Desviar las aguas lluvias y evitar que lleguen a las celdas, penetren y aumenten los caudales de lixiviados.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 26. Alteración del patrón de drenaje | | X | | |
| 27. Alteración de la calidad del agua | | X | | |
| 28. Mejoramiento en la Infraestructura | | | | X |
| 29. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Para evaluar la cantidad de agua superficial a ser evacuada, es necesario efectuar un análisis hidrológico de la cuenca que drena hacia la zona en estudio.

Para el diseño de los canales se usará el método racional, cuya fórmula es:

$$Q = k * C * I * A$$

Donde:

Q = Caudal Pico (m³/s) para un periodo de retorno T_r en años.

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

I = Intensidad de la lluvia (mm/hr) para una duración de lluvia t_c y un período de retorno T_r

A = Área de la cuenca. (km²)

k = 0.278 y es un factor de conversión para garantizar las unidades.

Antes de utilizar el método racional se determina el tiempo de concentración para la microcuenca que drena hacia el relleno. Se usará el método de Kirpich (1940) donde

t_c esta dado en minutos, así:

$$t_c = 3.9756 * \frac{L^{0.77}}{S^{0.285}}$$

L = longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (km.)

S = Pendiente promedio de la cuenca (m/m).

Para obtener estos datos se utilizó el plano No. 120 - IV - C – 1 a escala 1:10.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC, y se obtuvieron los siguientes datos:

L = 0.35 km.

S = 0.16 m/m

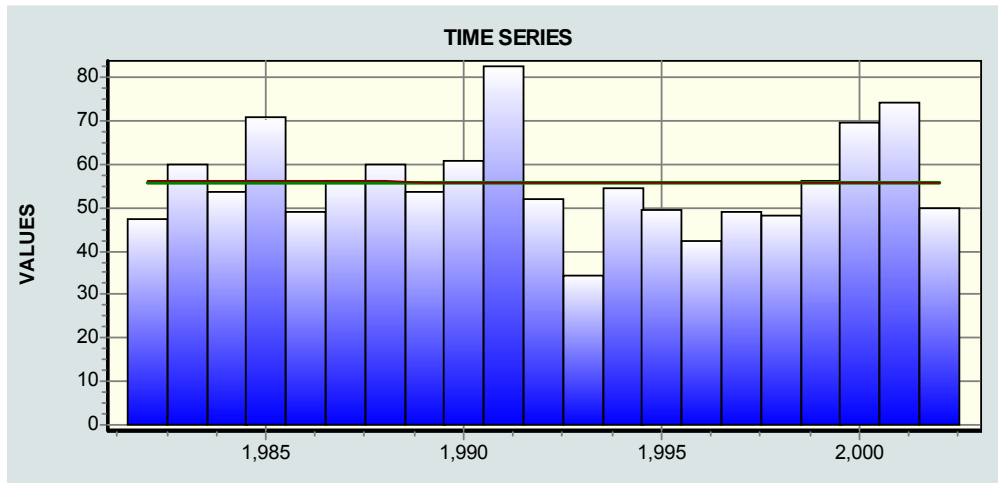
Reemplazando en la formula de Kirpich, t_c es igual a 3.29 min. Para cálculos de diseño se asume $t_c = 10$ min.

Para obtener la intensidad de la lluvia, generalmente se usan las curvas de intensidad - frecuencia y duración pertenecientes a la zona de estudio, en éste caso, dichas curvas no existen, así que se usará otra metodología para hallar el dato.

La figura No.3, muestra los 21 años (1982-2002) de valores extremos máximos anuales en 24 horas, obtenidos de la estación Meteorológica del IDEAM No. 2405503, "Zapatoca", ubicada a 5 Km. Del relleno, se toma la máxima precipitación en este periodo y fue de 82.6 mm. Este valor se asume como la precipitación obtenida para un T_r de 20 años, el cual será la base para el diseño de los canales.

[Anexo I.doc](#) Precipitación máxima anual en 24 horas (IDEAM)

Figura 3. Diagrama de barras de precipitación máxima anual en 24 horas, de la estación Zapatoca.



Del pluviograma de la lluvia de diseño se obtiene que la pendiente máxima para un t_c de 10 minutos es:

[Anexo J.jpg](#). Pluviograma

$$m = \frac{10mm}{10min} = 1mm / min$$

Se concluye que la intensidad es de 60 mm/hr.

Para hallar el área de la microcuenca que drena hacia la zona del relleno, en el plano suministrado por el IGAC, se ubicó la zona, y gráficamente se obtuvo un área de aproximadamente 3.0 Ha, es decir 0.03 km².

El coeficiente de escorrentía medio, para suelo arcilloso y con pendiente mayor a 0.07 es de 0.30.

Con todos los datos, se calcula el caudal de diseño:

$$Q = 0.278 * 0.30 * 60 * 0.03 = 0.15 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Conociendo el caudal, para dimensionar el canal se utiliza la fórmula de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * s^{1/2}$$

donde

A = Area de la sección transversal del canal (m²)

R = Radio Hidráulico (A/P)

P = perímetro mojado (m)

S = Pendiente

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, depende del tipo de material

La sección transversal escogida es la triangular, por lo tanto, teniendo en cuenta las características geométricas, la ecuación de Manning queda:

$$Q = \frac{1}{n} * (z * y^2) * \frac{(z * y^2)^{2/3}}{(2y * \sqrt{1 + z^2})^{2/3}} * s^{1/2}$$

con n = 0.013 para concreto

Q = 0.15 m³/s

s = 0.001

z = 1.73 (tan 60°)

reemplazando, se obtiene y = 0.35 m

Dejando borde libre, la profundidad del canal es de 0.50 m

El canal se construirá sobre el terreno con sección transversal de forma triangular, con una altura o profundidad de 0.50 m, ángulo de inclinación del talud de la zanja de 60°, con un recubrimiento de 10 cm. en concreto de f'c = 3000 psi. El canal

entregará las aguas recogidas en la depresión natural que se encuentra en la parte baja, aledaña al relleno.

[Anexo B.dwg](#). Plano planta general del Relleno Sanitario

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La Alcaldía por medio del personal encargado debe supervisar la correcta construcción de los canales.

El empleado del Relleno Sanitario debe:

Realizar la limpieza de los canales al menos cada semana, eliminando todo tipo de material que pueda impedir el recorrido del flujo.

Controlar que en el punto de entrega de las aguas lluvias, no se este generando socavación.

8.2.2 Manejo de Lixiviados

OBJETIVO

Realizar correctamente el control y tratamiento de los lixiviados.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|---|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 30. Alteración del patrón de drenaje | | X | | |
| 31. Alteración en el uso actual y potencial del suelo | | | | X |
| 32. Alteración en la calidad del agua | | X | | |
| 33. Reducción en la capacidad de infiltración del suelo | | X | | |
| 34. Mejoramiento en la infraestructura | | | X | |
| 35. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Los lixiviados son los líquidos residuales generados por la descomposición biológica de la parte orgánica o biodegradable de las basuras, bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas o como resultado de la percolación de agua a través de los residuos en proceso de degradación.

En el relleno sanitario del municipio de Zapatoca no se observa la circulación de estos lixiviados, lo que no significa que no existan, solo que se produce una mínima cantidad favorecida quizá, por factores climáticos. Gracias a las condiciones mecánicas del suelo, no se identifica la capacidad de daño de estos líquidos en la zona directa de influencia. Es necesario tomar medidas que mitiguen este impacto en las futuras zanjas.

El lixiviado que se produce dentro de la basura cae lentamente por gravedad hasta el fondo de cada celda, este líquido se debe coleccionar en filtros para evitar la emigración de los lixiviados generados hacia los acuíferos profundos.

Teniendo en cuenta el capítulo F.6.4.4.2 de la norma RAS "Lixiviados", y las características del suelo, el cual es impermeable, no existe la necesidad de realizar

impermeabilización del fondo y de las paredes laterales de cada zanja, pero se debe dejar una pendiente transversal en el fondo de cada zanja hacia el filtro de 3% para que el líquido se deslice por el suelo y llegue a los filtros captadores de lixiviados.

Estos filtros se deben construir en la base del talud, La excavación debe ser de 0.30*0.30 m, La zanja debe llenarse con grava gruesa de 10 a 15 cm., que permitan más espacios libres, y eviten su rápida colmatación. Se colocará un geotextil no Tejido 1600 NIVER que permita infiltrar los líquidos y retener las partículas finas que lo puedan colmatar. Este geotextil se debe colocar evitando rasgarlo o romperlo, acomodando la grava dentro del filtro de manera tal que no maltrate el geotextil para asegurar su vida útil.

[Anexo H.dwg](#). Plano de Detalles Constructivos.

Las concentraciones de contaminantes que producen los lixiviados llegan a ser hasta 100 veces mayores que los producidos en las aguas residuales de una población normal. Por lo tanto, aplicar el mismo sistema de tratamiento que se realiza en un PTAR, a los lixiviados, implicaría una demanda de materiales y estructuras que están fuera de alcance.

Ya que hasta la actualidad no se observa daño en el ambiente a causa de los lixiviados, y sacarlos de las zanjas implica generar un problema que no existe, se recomienda mantener los lixiviados en los filtros. Por medio de procesos anaerobios, se descontaminará el agua y no generará problemas en sus alrededores. Además teniendo en cuenta que el suelo es impermeable, tampoco contaminará las aguas subterráneas. La interconexión entre los canales de lixiviados y chimeneas, ayuda a evacuar los gases producidos en esta descomposición.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La Alcaldía por medio del personal encargado, debe realizar el seguimiento de la construcción de los canales.

8.2.3 Manejo de Gases

OBJETIVO

Diseñar una estructura para el control y manejo del biogás que se produce en el relleno sanitario.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 36. Alteración de la calidad del aire por emisión de Gases | | | | X |
| 37. Generación de Olores | | | | X |
| 38. Mejoramiento en la infraestructura | | | X | |
| 39. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

El Biogás es la mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaerobia de la materia orgánica o biodegradable de las basuras, entre los gases que se generan están; el metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂), trazas de gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (NH₃) y mercaptanos.

El gas metano es el más importante porque, a pesar de ser inodoro, es inflamable y explosivo si se concentra en el aire en una proporción de 5 a 15% en volumen. Los gases tienden a acumularse en los espacios vacíos dentro del relleno; aprovechan cualquier fisura del terreno o permeabilidad de la cubierta para salir, pudiendo originar altas concentraciones de metano con el consiguiente peligro de explosión en las áreas vecinas. Por lo tanto, es necesario llevar a cabo un adecuado control de la generación y migración de estos gases.

Actualmente en el relleno sanitario, la producción de gas no esta generando un impacto severo, ya que no se percibe en su entorno ningún tipo de olor nauseabundo. Pero es necesario dar un manejo adecuado al biogás.

El drenaje de gases debe estar constituido por un sistema de ventilación, en este caso un tubo de PVC de 3" perforado y revestido en piedra que funcione como chimenea, se construirá con una altura de 1 metro antes de colocar la basura y se

irá subiendo a medida que avance el relleno sanitario. Atravesará en sentido vertical el relleno desde el fondo hasta la superficie. El filtro se levantará en forma de columna de sección rectangular de 0.30 m por 0.30 m, se usará grava de tamaño de 10 a 15 cm. rodeada por una malla de triple torsión tipo gallinero para dar uniformidad a la grava que rodea el tubo de PVC.

Se deben instalar 3 chimeneas en cada zanja con separación entre ellas de 30 m. Deben interconectarse los drenes, a fin de lograr una mayor eficiencia en el drenaje de líquidos y gases en el relleno sanitario. Al finalizar la última celda, se debe dejar sobresalir el tubo 1.0 m, procurando no obstruirlo con residuos sólidos o con el material de cobertura.

[Anexo H.dwg](#). Plano de detalles constructivos.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La entidad encargada debe supervisar la correcta construcción de cada una de las chimeneas

El personal que labora en el relleno sanitario debe:

- Verificar que las chimeneas no se obstruyan durante la operación del relleno.
- Después de clausuradas las zanjas, controlar periódicamente que los tubos no se han tapado para que cumplan con su función.

8.2.4 Clasificación de Residuos Sólidos en la Fuente Productora

OBJETIVO

Fomentar el reciclaje en las instituciones y viviendas.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|---|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 40. Desarrollo de organizaciones comunitarias | | | X | |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

El reciclaje es el proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos sólidos recuperados y se devuelven a los materiales sus potencialidades de reincorporación como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Se recomienda realizar campañas de reciclaje, en los colegios, en las viviendas y en las demás instituciones; se debe involucrar a entidades de influencia en la sociedad como la iglesia, las emisoras de radio, organizaciones sin ánimo de lucro, etc. Estas campañas se pueden hacer por medio de volantes, afiches, charlas, películas, anuncios y demás.

La educación es básica para el éxito del programa de reciclaje, por lo tanto debe ser permanente, involucrando a los niños, quienes son factor primordial en el buen desempeño de las campañas.

Con el aumento del reciclaje en la fuente se obtendrán los siguientes beneficios:

- Incremento en la vida útil del relleno
- Disminuir el volumen de desechos inorgánicos a ser recogidos y transportados al relleno.
- Disminuir el impacto ambiental y la contaminación que produce la basura.

- Lograr la participación y compromiso de la comunidad con el medio ambiente.
- Desarrollar una cultura de la no-basura.
- Disminuir los costos por la prestación del servicio
- Identificación y clasificación de los materiales recuperables, materiales orgánicos y materia muerta.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La comunidad debe participar activamente en las campañas de reciclaje que se realicen.

La Alcaldía Municipal debe gestionar con otras instituciones el fomento de la cultura del reciclaje en la fuente, además estimular el mercado de productos reciclados, a través de centros de compra o acopio.

8.2.5 Dispositivos de Aseo

OBJETIVO

Mejorar las condiciones de los dispositivos de aseo que se encuentran en el Casco Urbano.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|-----------------------------------|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 41. Alteración del paisaje | | X | | |
| 42. Demanda de bienes y servicios | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Actualmente en el casco urbano existen canecas públicas para el servicio de la comunidad en general, ubicadas en algunos postes de la zona centro del Municipio. Aunque existen, es necesario hacer mantenimiento a las actuales canecas y ubicar nuevos dispositivos de aseo que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- La altura de la boca debe estar a 0.9 m del suelo
- El ancho de la boca debe ser de 0.35 * 0.2 m con profundidad de 0.5 m y sin tapa.
- Deben tener algunas perforaciones en el fondo para evitar que se llenen de agua cuando llueva.
- Deben ser fáciles de vaciar, por lo que conviene que puedan voltearse girando sobre su propio eje horizontal.
- El color debe ser llamativo para atraer la vista, pero sin alterar la estética del sector.
- Deben ser ubicados en esquinas y áreas de mayor concentración y movimiento

de personas, tomando en cuenta que no obstruyan el paso de peatones y que éstos no se desplacen en demasía para depositar el residuo en la caneca.

- El material de los recipientes debe ser duradero, consistente y liviano.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La Unidad de Servicios Públicos debe garantizar que se cumplan las anteriores especificaciones. Además, por medio de sus empleados, debe realizar el mantenimiento permanente de las canecas públicas.

8.2.6 Ruta de Recolección

OBJETIVO

Mejorar las condiciones de operación en el proceso de recolección de los residuos sólidos.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 43. Alteración en la calidad del aire por emisión de Gases | | X | | |
| 44. Generación de Olores | | X | | |
| 45. Generación de Ruido | | X | | |
| 46. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

◆ Ruta de recolección

Actualmente la ruta de recolección no es óptima: el camión pasa repetidamente por la misma calle, incrementando de esta manera costos de combustible, tiempo de recolección y alteración del medio atmosférico.

La ruta debe en lo posible:

- Limitar el paso por cada calle a una sola vez.
- Debe comenzar en el punto más cercano al garaje del vehículo y terminar en el punto más cercano a la salida del Municipio.
- Recorrer tramos largos, reduciendo al mínimo los cruces.

Se debe informar a la comunidad la ruta del vehículo recolector, las zonas y horarios correspondientes, con esto se evitará la exposición innecesaria al sol y a los animales, de la basura que produce cada vivienda.

La presentación debe realizarse con una anterioridad máxima de tres horas a la hora

de recolección, en un lugar que sea de fácil acceso al personal y a la vez de fácil limpieza en caso de presentarse derrames.

◆ **Mantenimiento al vehículo**

Se requiere hacer un mantenimiento periódico al vehículo para disminuir el impacto ambiental en cuanto a ruido y gases.

◆ **Manejo de los residuos en el camión**

Durante el transporte, los residuos deben estar cubiertos dentro del vehículo con una lona o plástico grueso, de modo que se reduzca al mínimo al contacto con la lluvia y el viento, y se disminuya el impacto visual.

Los vehículos de recolección y transporte de residuos sólidos deben lavarse al final de la jornada diaria. El lavado no puede efectuarse en áreas públicas.

La recolección debe efectuarse de modo que se minimicen los efectos ambientales, en especial la caída de residuos en la vía pública.

◆ **Dotación al personal**

Para no exponer la seguridad y salud del personal de recolección y manejo de residuos sólidos, Se debe proveer a los empleados de los elementos de seguridad industrial necesarios, tales como, mascarillas, guantes de cuero, botas de caucho y uniforme además de otros elementos apropiados para el desempeño seguro del trabajo.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

Para llevar a cabo estas actividades, La Alcaldía, por medio de un funcionario encargado debe realizar las siguientes actividades:

- Verifique que en el camión se cubra la basura durante el transporte de los residuos hasta el relleno.
- Dote al personal de los implementos necesarios para realizar las diferentes labores, al menos dos veces al año.
- Se realice Mantenimiento periódico del camión.

Es necesario que una persona idónea rediseñe La actual ruta de recolección, cumpliendo con los ítem expuestos anteriormente.

8.2.7 Reciclaje de Residuos Sólidos

OBJETIVO

Fomentar la conformación de una cooperativa de reciclaje de los residuos sólidos.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 47. Generación de empleo | | | | X |
| 48. Desarrollo de organizaciones comunitarias | | | | X |
| 49. Incremento en el nivel de Ingresos | | | | X |
| 50. Incremento en la demanda de Bienes y servicios | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

◆ **Cooperativa de reciclaje**

Además de los objetivos alcanzados en las campañas de reciclaje, la conformación de una cooperativa en el municipio, ayudaría a:

- Mejora las condiciones socio económicas de las personas que pertenezcan a la cooperativa.
- Incremento en los volúmenes de reciclaje.
- Fomento en la cultura del reciclaje en los demás miembros de la comunidad.
- Determinar y ubicar los centros de acopio de los residuos sólido aprovechables.

Es necesario informar a la población en general, el manejo que se da a los residuos sólidos

Además de la cooperativa de reciclaje, se debe fomentar la implementación de una planta de compostaje para el uso apropiado de los residuos sólidos que puedan descomponerse biológicamente, o el uso de la lombricultura.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La alcaldía debe fomentar la conformación de la Cooperativa y prestar la ayuda necesaria para un buen desempeño de ésta.

La comunidad debe vincularse activamente en las campañas de reciclaje propuestas por la cooperativa y demás entidades relacionadas.

8.2.8 Manejo y Operación de la Celda Unitaria

OBJETIVO

Permitir un aislamiento completo de la basura con respecto al ambiente.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|---|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 51. Alteración del patrón de drenaje | | X | | |
| 52. Alteración en el uso actual y potencial del suelo | | X | | |
| 53. Alteración en la calidad del agua | | X | | |
| 54. Reducción en la capacidad de infiltración del suelo | | X | | |
| 55. Inmigración de fauna | | | X | |
| 56. Generación de empleo | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

La celda diaria es la unidad básica para la construcción del relleno sanitario y está constituida por la cantidad de basura compactada, producida en un día y por la tierra necesaria para cubrirla.

Aunque se esta cubriendo la basura que llega al relleno, el método no es apropiado en su totalidad.

El diseño de la celda se realiza a partir de la cantidad de basura producida diariamente, es decir:

$$RS_{md} = \frac{RS_d * 7}{d}$$

Donde

RS_{md} = Cantidad media diaria de Residuos sólidos en el relleno sanitario (kg./día)

RS_d = Cantidad de residuos sólidos por día (kg./día)

d = Número de días en los cuales se recoge la basura.

$$RS_{md} = \frac{3014 \text{kg} / \text{dia} * 7}{4 \text{dias}} = 5266 \text{kg} / \text{dia}$$

El volumen de la celda está dado por:

$$V_c = \frac{RS_{md} * MC}{\rho}$$

Donde:

V_c = Volumen de la celda diaria (m^3)

MC = Factor de materia de cobertura (1.2 –1.25)

ρ = Densidad de los desechos sólidos recién compactados (500 $kg./m^3$)

$$V_c = \frac{5266 * 1.2}{500} = 12.64 \text{m}^3 / \text{dia}$$

Largo de la celda (m):

$$l = \frac{V_c}{h_c * a}$$

Donde:

h_c = altura de la celda (m), máximo 0.6 m logrando una disminución del material de cobertura y grado de compactación.

a = ancho de la celda que depende del ancho de la zanja. (4 m)

$$l = \frac{12.64 \text{m}^3 / \text{dia}}{0.6 \text{m} * 4 \text{m}} = 5.27 \text{m}$$

Las dimensiones máximas de cada celda serán: 5 * 4 * 0.6 m

La basura que llega al relleno en cada viaje del camión, se va a distribuir con herramientas menores en un área aproximada de 20 m^2 , en un espesor máximo de 0.60 m, se procede a compactar con un rodillo manual, luego se cubre con una capa de tierra y cal, de 20 cm. de espesor, y se compacta de nuevo. Al alcanzar una mayor densidad, resulta mejor desde el punto de vista económico y ambiental.

Para la operación del relleno sanitario manual, el equipo necesario consta de las siguientes herramientas; pala, pica, azadón, pisón de madera, rastrillo y un rodillo compactador, el cual se detalla en el plano .2

[Anexo H.dwg](#). Plano de detalles constructivos.

Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La basura no se debe dejar al aire libre por más de 3 horas, por lo tanto, es necesario cubrirla y compactarla el mismo día que llega al relleno.
- Por ningún motivo se deben incinerar los residuos sólidos en el relleno sanitario, a menos que se tengan las condiciones técnicas apropiadas para hacerlo.
- El control de moscas en el relleno no debe hacerse con insecticidas. Su uso excesivo además de contaminar el ambiente, también desarrolla en las moscas la resistencia a los insecticidas, lo que a largo plazo no permite su control. Por lo tanto, se debe disminuir su uso al máximo. El cubrimiento diario con la tierra es el método mas apropiado, pero si resulta notoria su presencia, se recomienda fumigar según el caso.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La alcaldía debe buscar el personal necesario e idóneo para realizar una caracterización de los residuos sólidos al menos cada año.

La unidad de servicios públicos debe suministrar al personal las herramientas y equipo necesario para desarrollar las labores en el relleno. Además debe llevar un control de los implementos suministrados, tanto para su inventario como para establecer el tiempo de reposición por daños.

8.3 PROGRAMA DE MANEJO EN LA POST-CLAUSURA

| 8.3.1 Clausura de Zanjas | | | | |
|--|----------------|------------|------------|--------------|
| OBJETIVO | | | | |
| Disminuir la infiltración y adecuar el terreno para el crecimiento de fauna. | | | | |
| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 57. Alteración del patrón de drenaje | | | | X |
| 58. Alteración en el uso actual y potencial del suelo | | | | X |
| 59. Alteración del paisaje | | | | X |
| 60. Reducción en la capacidad de infiltración del suelo | | | | X |
| 61. Aumento en la cobertura vegetal | | | | X |
| 62. Inmigración de fauna | | | | X |
| 63. Generación de empleo | | | | X |
| MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR | | | | |
| <p>Los siguientes componentes deben ser considerados en el cierre del relleno sanitario o de un sector parcial.</p> <p>Según el ítem F.6.4.9.1 de la norma RAS, para el nivel medio de complejidad, el perfil mínimo de cubierta requerido debe constar de una capa de control de infiltración.</p> <p>Para minimizar la infiltración y percolación de líquidos al relleno sanitario se colocará una capa para éste control. La impermeabilización del relleno sanitario estará constituida por suelo natural (de excavación) compactado, de un espesor de 0.5 m</p> <p>Se elaborarán las actividades de recuperación del entorno.</p> | | | | |
| SEGUIMIENTO Y MONITOREO | | | | |
| La Unidad de servicios Públicos debe supervisar la clausura de las zanjas, cumpliendo las especificaciones anteriores. | | | | |

8.3.2 Recuperación del Entorno

OBJETIVO

Lograr la integración del relleno sanitario al paisaje natural.

| IMPACTO AMBIENTAL | TIPO DE MEDIDA | | | |
|---|----------------|------------|------------|--------------|
| | PREVENCION | MITIGACION | CORRECCION | COMPENSACION |
| 64. Recuperación del patrón de drenaje | | | | X |
| 65. Alteración en el uso actual y potencial del suelo | | | | X |
| 66. Alteración del paisaje | | | | X |
| 67. Disponibilidad del recurso agua | | | | X |
| 68. Calidad del agua | | | | X |
| 69. Aumento en la cobertura vegetal | | | | X |
| 70. Inmigración de la fauna | | | | X |
| 71. Generación de empleo | | | | X |
| 72. Desarrollo de organización comunitaria | | | | X |
| 73. Valorización de predios | | | | X |
| Incremento en la demanda de Bienes y servicios | | | | X |

MEDIDAS Y ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Vegetación sugerida para sembrar.

Especies vegetales arbustivas a arbóreas que se pueden recomendar para el repoblamiento florístico de los sectores aledaños al relleno sanitario del Municipio de Zapatoca:

Inga spectabilis (Guamo)

Hura crepitans (Ceiba amarilla o tronador)

Cedrela odorata (Cedro)

Cedrela guidonia (Bailador trompillo)

Schizolobium parahibum (Tambor)

Trichantera gigantea (Nacedero o quiebra barrigo)

Saurauia scabra (Dulumoco)

Spondias purpurea (Ciruelo colorado)
Tabebuia rosea (Guayacán rosado)
Tabebuia chrysanta (Guayacán amarillo)
Jacaranda caucana (Gualanday)
Ceiba pentandra (Ceiba)
Myrsine guianensis (Cucharo)
Viburnum anabaptista (Saúco de monte)
Bauhinia variegata (Casco de vaca)
Psidium guajava (Guayaba)
Euphorbia cotinifolia (Cardenal)
Pera arborea (Cucharo)
Ricinus communis (Higuerilla)
Erythrina edulis (Chachafruto)
Erythrina glauca (Písamo)
Erythrina rubrinervia (Chocho arbolito)
Machaerium capote (Capote)
Indigofera annil (Añil)
Passiflora arborea (Grandillo arbóreo)
Passiflora mollisima (Curaba sabanera)
Carpotroche brasiliensis (Achotillo)
Vismia baccifera (Manchador)
Clusia rosea (Gaque)
Mammea americana (Mamey)
Reedia madrunno (Madroño)
Persea caerulea (Curo macho)
Persea americana (Aguacate)
Ocotea guianensis (Laurel)
Lafoensia puniceifolia (Guayacán granado)
Miconia squamulosa (Niguito, tuno)
Eugenia jambos (Pomarroso)
Fraxinus chinensis (Fresno o urapán)
Bocconia frutescens (Trompeto)

Punica granatum (Granada)

Citrus aurantium (Naranja)

Posoqueria longiflora (Jazmín)

Inga espurea (Guamo)

Piper aduncum (Cordoncillo)

Capsicum baccatum (Ají)

Citrus reticulata (Mandarina)

Citrus medica (Limón)

Solanum betacea (Tomate de árbol)

Datura arborea (Borrachero)

Solanum quitoensis (Lulo de perro)

Se recomienda preparar un suelo con un mínimo de 5 a 7 cm. de cobertura agrícola (suelo húmico), para que las especies forestales que se siembren logren adaptarse con bastante facilidad. Es importante la no utilización de productos químicos, ya que podrían afectar a muchas especies herbáceas que aparecen espontáneamente

Se deben recoger todos los residuos que por causa del viento o animales, se hayan regado en los alrededores del actual relleno, además de los materiales que no se dispusieron adecuadamente en los anteriores rellenos.

SEGUIMIENTO Y MONITOREO

La lista de especies vegetales que se recomienda para los procesos de reforestación en las áreas relacionadas con el relleno sanitario, deben ser bien cuidadas por el personal que se va a destinar para estos menesteres. Es un requerimiento bastante importante para la adaptación y ubicación de los ejemplares botánicos que se irán a dejar definitivamente en su lugar escogido. El mantenimiento de los árboles sembrados alrededor de toda la zona de operación debe hacerse permanentemente hasta cuando se observe el arraigo definitivo de las especies en el medio.

9. ANALISIS DE RIESGOS

En primer lugar se describirán las posibles amenazas que genera la operación de rutina en el sistema de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, teniendo en cuenta el componente ambiental.

9.1 AMENAZAS POR LAS ACTIVIDADES PROPIAS DE LA OPERACIÓN

◆ Amenaza por el ruido generado por el camión

La bocina del vehículo recolector, es una fuente de vibraciones sonoras desagradables y causales de molestias auditivas y estrés.

◆ Accidentes laborales

- Debido al tipo de labores del servicio de aseo urbano (recolección y transporte), los trabajadores están constantemente expuestos a accidentes en la vía pública como a enfermedades infecto-contagiosas por tener que trabajar con desechos potencialmente contaminados. Estos accidentes pueden tener dos orígenes: uno por condiciones inseguras de trabajo y otro por negligencia por parte del propio trabajador.
- Cortes en las manos al encontrar vidrios rotos o metales afilados.
- Manejar recipientes muy grandes, inadecuados para el almacenamiento

de las basuras, al ser levantados para su traslado y vaciado en el vehículo, puede generar desgaste excesivo del trabajador y desgarramientos musculares.

◆ **Accidentes con relación al transporte de la basura y al vehículo**

Entre los diferentes accidentes que se presentarían están:

- Accidentes con otros vehículos en el casco urbano o en el trayecto hasta el relleno.
- Accidentes por exceso de velocidad en el trayecto hacia el relleno.
- Accidentes por falta de mantenimiento del vehículo, como incendios o fallas mecánicas.

◆ **Enfermedades por causa de la basura**

La no recolección de la basura regada en el perímetro del casco urbano, puede generar enfermedades a los habitantes de éstas zonas.

La no recolección a tiempo de la basura domiciliaria, de los dispositivos de aseo y de la plaza de mercado, puede generar malos olores e infecciones.

9.2 AMENAZAS EN LA ZONA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

◆ **Desestabilización de Taludes**

Afecta el componente geosférico, y se puede presentar en épocas de lluvias cuando el suelo alcanza una saturación alta y disminuye la resistencia en el suelo.

Los taludes que podrían verse afectados son los de las zanjas y los de la vía de acceso al relleno.

◆ **Accidentes laborales**

Se pueden producir en la operación del relleno sanitario, entre ellos se encuentran.

- Cortes en las manos al encontrar vidrios rotos o metales afilados.
- Golpes y contusiones con las herramientas de trabajo.
- Intoxicación con sustancias químicas utilizadas en la fumigación del relleno.
- Infecciones a causa de la basura.

◆ **Accidentes en las zanjas**

Se pueden producir caídas en las zanjas, por falta de vigilancia a las personas o animales que ingresan en el perímetro encerrado.

◆ **Accidentes en la vía de acceso al relleno**

En épocas de lluvia, la vía de acceso al relleno presenta unas condiciones no óptimas para la circulación de los vehículos, generando enterramiento y posibles accidentes como volcamiento del camión.

9.3 RIESGOS ASOCIADOS AL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

- Accidentes por volcamiento de maquinaria durante el desarrollo de los trabajos de construcción o mantenimiento, que podrían ocasionar lesiones graves o pérdidas humanas, así como el daño de los equipos.
- Accidentes asociados a la construcción de las obras, ocasionados por la inadecuada señalización, demarcación y encerramiento de lugares con acceso restringido.

10. PLAN DE CONTINGENCIA

El plan de contingencia contiene el conjunto de estrategias, procedimientos operativos e información que permiten anticipar o prevenir eventos, tomar acciones y minimizar su impacto sobre el medio ambiente y la sociedad.

El plan tiene como uno de sus objetivos minimizar los impactos negativos que se pueden presentar sobre la vida humana, los recursos naturales y los equipos que se relacionan con el sistema.

Además debe proporcionar los elementos necesarios para que en forma adecuada se puedan controlar los incidentes cuando se presenten.

A mayor grado de conocimiento de los siniestros predecibles y su manejo, menor será el grado de conmoción y menores los costos sociales y económicos.

Para llevar a cabo el plan de contingencia se deberá analizar el sector de la salud, comunicaciones y disponibilidad de los recursos, ya que de esta infraestructura dependerá en gran parte que se pueda atender una emergencia lo más eficientemente posible.

10.1 ACCIONES PARA EL CASO DE ACCIDENTES

Se pueden presentar dos tipos de accidentes; Las lesiones menores que no amenazan la vida de la persona y no requieren atención médica inmediata, y las lesiones mayores que son aquellas donde se produce hemorragia

abundante, alteración del estado de conciencia, dificultad respiratoria o deformidad anatómica, cuyo tratamiento requiere el traslado a un centro hospitalario.

- Se realizarán las acciones pertinentes de acuerdo con el tipo de lesión según sea el caso.
- Se debe tener un sistema de comunicación y un directorio de las entidades relacionadas con el relleno para avisar a tiempo la ocurrencia de cualquier tipo de accidente.
- En caso de que algún talud falle, se debe informar a la Entidad encargada, para que tome las medidas pertinentes de remoción de tierra y estabilización del talud.
- Cuando se presenten Volcamientos de maquinaria en la construcción o de la volqueta en el transporte de los residuos, se debe avisar inmediatamente a la entidad encargada, para que ésta se encargue de la consecución de personal extra y de maquinaria necesaria para solucionar el impase.
- Se debe trabajar en conjunto con la Defensa Civil, el Hospital y demás entidades que puedan prestar ayuda en el momento de un siniestro.

10.2 MEDIDAS DE CONTROL PARA EVITAR LA PRESENCIA DE RIESGOS

- Ubicar la señalización pertinente para el tránsito vehicular y de peatones cuando se este realizando algún tipo de mantenimiento.

- Ubicar señales donde se especifiquen las áreas restringidas y se enuncien los posibles peligros con relación al relleno sanitario.
- Realizar un mantenimiento constante a la maquinaria y equipos utilizados en la operación del relleno.
- Supervisar el ingreso de personal ajeno a la caseta – bodega y garaje, para evitar robos de herramientas y manipulación de material tóxico.
- Tener extintores en el relleno y en el camión que transporta los residuos.
- Dotar al camión y al relleno de equipo de primeros auxilios.
- Entrenar al personal en primeros auxilios y operaciones de seguridad.
- Realizar revisiones médicas periódicas a todos los empleados relacionados con el sistema de aseo.
- Dotar al personal de botas, guantes, mascarillas, overoles al menos 2 veces al año, y cuando se requieran.
- Cualquier tipo de falla deberá ser informada a la entidad encargada del servicio de Aseo.
- Informar a la comunidad los sitios y horas asignados para la recolección de la basura, disminuyendo así, las infecciones y la contaminación.
- Informar a la comunidad el manejo adecuado de los residuos tóxicos y su disposición.

11. PRESUPUESTO

11.1 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|-------------------------------|--------------------------|
| ITEM 1. VÍA DE ACCESO | |
| UNIDAD: ML | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMI ENTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Motoniveladora | | 85000 | 83,33 | 1020,04 |
| Herramientas menores | | | | 125,99 |
| SUB-TOTAL | | | | 1284,29 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|--------|-------------|----------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Oficial | 16000 | 102,73 | 32437 | 83,33 | 389,26 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 83,33 | 264,71 |
| SUB-TOTAL | | | | | 653,97 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/ML 1.800

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM 3. VALLA DE INFORMACIÓN | |
| UNIDAD: UND | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|-------------|------|--------------|--------------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

SUB-TOTAL

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|----------------------|--------|-------------|----------|-------------|
| Valla de información | UND | 170000 | 1 | 170000 |
| | | | | |
| | | | | |

SUB-TOTAL 170000

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL

TOTAL COSTO DIRECTO \$/UND

170000

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM 4. EXCAVACIÓN DE ZANJA | |
| UNIDAD: M ³ | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Cargador | | 80000 | 29.7 | 2692,31 |
| Herramientas menores | | | | 42,98 |
| SUB-TOTAL | | | | 2735,29 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|--------|-------------|----------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 29.7 | 264,71 |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 264,71 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M³

3.000

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--|--------------------------|
| ITEM: 5. CANAL PARA AGUA DE ESCORRENTIA | |
| UNIDAD: ML | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 131.52 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 131.52 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|------------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Concreto 1:2:3 e=0.1 m | M ³ | 187800 | 0.115 | 21597 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 21597 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 35.7 | 617.87 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 35.7 | 617.87 |
| Oficial | 20000 | 102,73 | 40546 | 35.7 | 1135.74 |
| SUB-TOTAL | | | | | 2371.48 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M³

24100

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--|--------------------------|
| ITEM 6. CANALES PARA LIXIVIADOS | |
| UNIDAD :ML | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 361.29 |
| | | | | |

SUB-TOTAL 361.29

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|--------------------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Grava Ø 10-15 cm | M ³ | 32000 | 0.09 | 2880 |
| Geotextil no Tejido 1600 PAVCO | M ² | 1245 | 1.4 | 1743 |
| | | | | |

SUB-TOTAL 4623

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Oficial | 20000 | 102,73 | 40546 | 83,33 | 486.57 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 83,33 | 264.71 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 83,33 | 264.71 |

SUB-TOTAL 1015.71

TOTAL COSTO DIRECTO \$/ML

6000

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM: 7. FILTRO PARA GASES | |
| UNIDAD: ML | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMI ENTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 151 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 151 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|---|----------------|-------------|----------|-------------|
| Grava de 10 a 15 cm. | M ³ | 32000 | 0.09 | 2880 |
| Tubo de PVC de 3 " perforado. | ML | 6000 | 1 | 6000 |
| Malla tipo gallinero (rollo 2.0*36.0)m | M ² | 950 | 1.2 | 1140 |
| SUB-TOTAL | | | | 10020 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 11029 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/ML

21200

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--|--------------------------|
| ITEM: 10. DOTACION DEL PERSONAL | |
| UNIDAD: UND | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Guantes de cuero | | | | 11.000 |
| Botas de caucho | | | | 30.000 |
| Overol | | | | 40.000 |
| SUB-TOTAL | | | | 81.000 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|--------|-------------|----------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/UND

81.000

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM : MAMPOSTERIA TEMOSA | |
| UNIDAD : M ² | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 48.51 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 48.51 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-----------------------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Ladrillo Temosa 7*12*25 pandereta | UND | 330 | 30 | 9900 |
| Mortero 1:3 | M ³ | 198000 | 0.016 | 3168 |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 13068 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Oficial | 20000 | 102,73 | 40546 | 5.33 | 7607.13 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 5.33 | 2076.36 |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 9683.49 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M²

22800

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM : MORTERO | |
| UNIDAD: M ³ | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMI ENTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 295.5 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 295,5 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Cemento | kg | 380 | 383 | 145540 |
| Arena | M ³ | 38000 | 1.05 | 39900 |
| Agua | L | 30 | 225 | 6750 |
| SUB-TOTAL | | | | 192190 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 4 | 5514.5 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 5514,5 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M³

198000

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM : FRISO PARA PAREDES | |
| UNIDAD: M ² | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|---------------------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores y andamio. | | | | 174.54 |
| | | | | |

SUB-TOTAL 174.54

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|--------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Mortero 1:3 e=2 cm | M ³ | 198000 | 0.022 | 4356 |
| | | | | |

SUB-TOTAL 4356

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 11.2 | 1969.46 |
| | | | | | |

SUB-TOTAL 1969.46

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M²

6500

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|-------------------------------|-------------------------|
| ITEM : CONCRETO 1:2:3 | |
| UNIDAD: M ³ | FECHA Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 142 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 142 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Cemento | Kg | 380 | 298 | 113240 |
| Arena | M ³ | 38000 | 0.56 | 21280 |
| Grava | M ³ | 32000 | 0.84 | 26880 |
| Agua | L | 30 | 140 | 4200 |
| SUB-TOTAL | | | | 165600 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 22058 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M² 187800

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|-------------------------------|--------------------------|
| ITEM : CONCRETO CICLOPEO | |
| UNIDAD: M ³ | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 82 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 82 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|---------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Cemento | Kg | 380 | 250 | 95000 |
| Arena | M ³ | 38000 | 0.47 | 17860 |
| Grava gruesa (Bolo) | M ³ | 22000 | 0.95 | 20900 |
| Agua | L | 30 | 130 | 3900 |
| SUB-TOTAL | | | | 137660 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 22058 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M² 159800

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| ITEM: ENCHAPE DE BAÑO | |
| UNIDAD: M ² | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 96.3 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 96.3 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|---------------------|----------------|-------------|----------|-------------|
| Ceramica lisa 20*32 | M ² | 12240 | 1 | 12240 |
| Binda extra SIKA | KG | 1044 | 2.5 | 2610 |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 14850 |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 19.12 | 1153.7 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 1153.7 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M²

16100

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|--|--------------------------|
| ITEM: EXCAVACIÓN A MANO PARA CASETA | |
| UNIDAD: M ³ | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|----------------------|------|--------------|--------------|-------------|
| Herramientas menores | | | | 171 |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | 171 |

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|--------|-------------|----------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | |

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|-----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | |

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 2 | 11029 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| SUB-TOTAL | | | | | 11029 |

TOTAL COSTO DIRECTO \$/M³

11200

| ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| ITEM: MANEJO DE LA CELDA UNITARIA | |
| UNIDAD: UND | FECHA: Noviembre de 2003 |

1. EQUIPO

| DESCRIPCION | TIPO | TARIFA /HORA | RENDIMIE NTO | VALOR. UNIT |
|-------------|------|--------------|--------------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

SUB-TOTAL

2. MATERIALES EN OBRA

| DESCRIPCION | UNIDAD | PRECIO UNIT | CANTIDAD | VALOR. UNIT |
|-------------|--------|-------------|----------|-------------|
| Cal | kg | 800 | 36 | 28800 |
| | | | | |
| | | | | |

SUB-TOTAL 28800

3. TRANSPORTE

| MATERIAL | VOL-PESO-CANT. | DISTANCIA | M ³ -KM | TARIFA | VALOR UNIT |
|----------|----------------|-----------|--------------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL

4. MANO DE OBRA

| TRABAJADOR | JORNAL | PRESTACIONES | JORNAL TOTAL | RENDIMIENTO | VALOR UNIT. |
|------------|--------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ayudante | 11067 | 99,32 | 22058 | 1 | 22058 |
| | | | | | |
| | | | | | |

SUB-TOTAL 22058

TOTAL COSTO DIRECTO \$/UND

44858

| PRESUPUESTO PARCIAL DE LA CASETA - BODEGA | | | | |
|--|----------------|-----------------|--------------------|--------------------|
| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | PRECIO UNIT | VALOR. UNIT |
| Excavaciones a mano | M ³ | 1.1 | 11.200 | 12.320 |
| Pozo séptico | und | 1 | 350.000 | 350.000 |
| Concreto Ciclópeo | M ³ | 1.1 | 159.800 | 175.780 |
| Refuerzo varilla corrugada (1/2*60*6) | und | 10 | 8.359 | 83.590 |
| Flejes. Hierro figurado | kg | 20 | 1.435 | 28.700 |
| Concreto 1:2:3 | M ³ | 0.7 | 187.800 | 132.000 |
| Mampostería temosa | M ² | 30 | 22.800 | 684.000 |
| Bateria sanitaria | und | 1 | 216.904 | 216.904 |
| Mortero para piso e=0.05 m | M ³ | 0.5 | 198.000 | 99.000 |
| Friso para paredes e=0.02 m | M ² | | 6.500 | 390.000 |
| Enchape de baño | M ² | 8 | 16.100 | 128.800 |
| Teja asbesto cemento No5. | und | 3 | 19.775 | 59.325 |
| Teja asbesto cemento No10. | und | 3 | 39.924 | 119.772 |
| Puerta metálica | und | 1 | 180.000 | 180.000 |
| Ventana metálica 0.6*0.5 | und | 1 | 25.000 | 25.000 |
| Ventana metálica 1.2*1.5 | und | 2 | 75.000 | 150.000 |
| Tanque de almacenamiento. Cap. 250 L. | und | 1 | 78.000 | 78.000 |
| Manguera de polietileno 1/2" (Rollo 100 m) | und | 8 | 22.600 | 180.800 |
| TOTAL COSTO PARCIAL | | | | 3.093.991 |

11.2 PRESUPUESTO

OBRA: PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RELLENO SANITARIO DE ZAPATOCA

FECHA: Noviembre de 2003

| ITEM | DESCRIPCION | UND | CANTIDAD | Vr. UNITARIO | Vr. PARCIAL |
|------|---|----------------|----------|-----------------|-------------|
| 1 | Vía de acceso | ML | 4.000 | 1.800 | 7.200.000 |
| 2 | Caseta – Bodega | UND | 1 | 3.093.991 | 3.093.991 |
| 3 | Valla de Información | UND | 1 | 170.000 | 170.000 |
| 4 | Excavación de Zanja | M ³ | 2.496 | 3.000 | 7.488.000 |
| 5 | Canales de Escorrentía | ML | 250 | 24100 | 6025000 |
| 6 | Filtro de Lixiviados | ML | 150 | 6.000 | 900.000 |
| 7 | Filtro de Gases | ML | 18 | 21200 | 381.600 |
| 8 | Campaña para el manejo de Residuos Sólidos | GLB | 4 | 200.000 | 800.000 |
| 9 | Dispositivos de Aseo | GLB | 1 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| 10 | Dotación del Personal | UND | 12 | 81.000 | 972.000 |
| 11 | Mantenimiento del Vehículo | GLB | 1 | 1.000.000 | 1.000.000 |
| 12 | Manejo y Operación de la celda unitaria. | UND | 96 | 48.858 | 4.690.368 |
| 13 | Herramientas menores. | GLB | 3 | 50.000 | 150.000 |
| 14 | Rodillo compactador en Lámina HR ¼” | UND | 1 | 300.000 | 300.000 |
| 15 | Clausura de Zanjas | UND | 1 | 200.000 | 200.000 |
| 16 | Recuperación del Entorno | GLB | 1 | 2.000.000 | 2.000.000 |
| | Plan de contingencia | GLB | 1 | 1.000.000 | 1.000.000 |

| | | |
|--|------------------|-------------------|
| Total de costo directo | | 37.370.959 |
| Costos Indirectos | | |
| A 15% | 5.605.644 | |
| I 3% | 1.121.129 | |
| U 7% | 2.615.967 | |
| Total Costo indirecto | | 9.342.740 |
| TOTAL PRESUPUESTO | | 46.713.699 |
| Son: Cuarenta y seis millones, setecientos trece mil seiscientos noventa y nueve pesos. m/cte. | | |

OBSERVACIONES:

El presupuesto corresponde a los gastos que generados en el primer año de servicio del relleno sanitario.

12. CRONOGRAMA DE EJECUCION

Para la elaboración del cronograma de las actividades contenidas en el plan de manejo ambiental del Relleno Sanitario del Municipio de Zapatoca, considera dos etapas:

- Construcción de la nueva infraestructura
- Operación diaria del relleno.

Este cronograma incluye las acciones del plan de manejo, seguimiento y monitoreo del relleno:

Tabla 13. Cronograma de actividades para el PMA

| ACTIVIDADES | DURACION (MESES) | | | | | | | | | | | |
|---|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Vía de acceso | ■ | | | | | | ■ | | | | | |
| Caseta – bodega | ■ | | | | | | | | | | | |
| Valla | ■ | | | | | | | | | | | |
| Excavación de Zanjias | ■ | | | | | | | ■ | | | | |
| Manejo de aguas de escorrentía* | ■ | | | | | | | | | | | |
| Manejo de lixiviados | ■ | | | | | | | | | | | |
| Manejo de Gases | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | |
| Clasificación de residuos en la fuente productora | ■ | | | ■ | | | ■ | | | ■ | | |
| Dispositivos de Aseo | ■ | | | | | | | | | | | |
| Ruta de recolección | ■ | | | | | | ■ | | | | | |
| Reciclaje de residuos sólidos (cooperativa) | ■ | | | | | | | | | | | |
| Manejo y operación de la celda unitaria | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Clausura de zanjias | | | | | | | | ■ | | | | |
| Recuperación del entorno | | ■ | ■ | ■ | | | | | ■ | ■ | | |

Las obras civiles y estructuras se construirán en el primer mes, pero requieren de mantenimiento constante.

CONCLUSIONES

- Se elaboró el Plan de Manejo Ambiental del Relleno Sanitario para el Municipio de Zapatoca, como requisito para obtener la licencia ambiental exigida por la Corporación Autónoma Regional de Santander, CAS.
- El relleno sanitario es de tipo zanja, y aunque actualmente no cumple con todos los requisitos técnicos necesarios para su funcionamiento, si es uno de los mejores del departamento de Santander, por lo tanto, se va a continuar con la misma metodología pero mejorando su infraestructura; diseñando filtros para gases y lixiviados, canal para escurrimiento de aguas lluvias y otros elementos para una adecuada operación del relleno.
- De acuerdo a las encuestas realizadas en el Municipio, se pudo determinar el nivel socio económico y la población, con esto se estimó el nivel de Complejidad, obteniendo como resultado un nivel medio.
- En general, el casco urbano cuenta con una buena cobertura en cuanto a servicios públicos, un sistema vial que facilita el desarrollo del Municipio y condiciones ambientales agradables.
- Se describieron los componentes geosférico, atmosférico, hidrosférico, biótico, paisajístico y socio económico y cultural de la zona directa e indirecta de influencia del relleno sanitario.

- Para analizar el actual estado del servicio, se realizaron diferentes actividades en campo como: topografía del relleno sanitario; la ruta de recolección; estimar la producción de basura por vivienda; los tiempos de recolección; centros de alta producción; dispositivos de aseo; la composición física de la basura y el manejo de la celda diaria.
- Siguiendo la metodología desarrollada por Vicente Conesa, se identificaron y evaluaron los impactos negativos y positivos, que se pueden presentar en las fases de construcción, funcionamiento y clausura del relleno, esto revelo un bajo nivel de alteración del proyecto sobre el medio ambiente.
- Los componentes del medio ambiente que presentan una mayor afectación negativa son el atmosférico y el geosférico, y el que se beneficia en una mayor magnitud corresponde al sociocultural.
- Las actividades del proyecto que mas alteración ofrecen sobre el medio ambiente son: En la etapa de construcción: corresponden a la excavación de nuevas zanjas y a la vía de acceso; en la etapa operativa: la ruta de recolección y el manejo de la celda unitaria y en la etapa de post – clausura, la que mayor beneficio representa es la recuperación del entorno.
- Los impactos generados en cada una de las actividades desarrolladas en el presente proyecto, se clasificaron en medidas de prevención, mitigación corrección y compensación.
- Las características del suelo del relleno sanitario, el cual es impermeable, favorece su ubicación y evita la circulación de los lixiviados a niveles profundos.

- El fomento en la cultura de reciclaje y conformación de una cooperativa, ayudará a disminuir el impacto generado por los residuos sólidos.
- Se elaboró el presupuesto y cronograma del Plan de Manejo Ambiental.

RECOMENDACIONES

- En caso de presentarse alguno de los riesgos expuestos en las etapas de recolección, transporte, tratamiento o disposición final se deberá ejecutar el plan de contingencia propuesto.
- La ruta de recolección actual de residuos sólidos no es la mejor, por lo tanto se debe elaborar una ruta óptima que minimice la contaminación, los costos de operación y aumente el rendimiento.
- En la clausura de zanjas y recuperación del entorno se debe llevar a cabo la siembra y cuidado de las plantas propuestas.
- El plan de seguimiento y monitoreo de cada una de las actividades, debe ser llevado a cabo como se planteo en las fichas.
- Para un mejor funcionamiento del relleno, se recomienda no quemar los plásticos, los cuales le dan estabilidad al relleno y compactar la basura para evitar futuros asentamientos

BIBLIOGRAFIA

ARDILA DÍAZ, Isaías. Pbro. Zapatoca. Segunda Edición.

COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios. Asociación Colombiana de Ingenieros Sanitarios y Ambientales, ACODAL. 2001.

CONESA FERNANDEZ, Vicente. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ediciones Mundi - Prensa. Tercera edición. Madrid 1997.

CHOW, Ven Te. Hidrología Aplicada. Bogotá, Colombia. Mc Graw Hill. Primera edición, 1994.

DEL TORO, Wilfredo y CASTAÑEDA, Eduardo. Guía de conocimientos básicos de Mecánica de Suelos. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. 1993.

DICCIONARIO DEL INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI, IGAC. 2002.

Enciclopedia ENCARTA, 2003.

ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL. EOT, Municipio de Zapatoca. 2003.

GAVILAN LEON, Germán Eduardo. Manual de Diseño de Drenajes Superficiales y Subsuperficiales en Vías. Bucaramanga, Universidad

Industrial de Santander. 2001.

GONGORA PEREZ, Helena y PINZON BAYONA Liliana. Formulación plan de manejo ambiental para la central de abastos de Bucaramanga. Universidad Industrial de Santander. 2001

JARAMILLO, Jorge y ZEPEDA, Francisco. Residuos Sólidos Municipales. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Medellín, 1990.

LÓPEZ J. Gerardo. Nombres científicos y vulgares de las plantas más comunes. Temas de Orientación agropecuaria. Bogotá Colombia. 1985.

MONTERO PARDO, Rodmy y TELLEZ OREJARENA, Luis. Diseño del Relleno Sanitario del Municipio de Curití. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. 1993.

PÉREZ, A. Enrique. Plantas útiles de Colombia. Litografía Arco. Bogotá Colombia. 1978.

RANCEL, J. Orlando. Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de Vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia. . 1997.

SALAS MEJIA, Sonia Patricia. Plan de Manejo Ambiental, Proyecto del relleno sanitario para el Municipio de Málaga. Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. 1998.

SANCHEZ TRIANA, Ernesto. Evaluación de Impacto Ambiental, Instrumento de Planificación. Editorial Tercer Mundo. Primera Edición. Bogota. 1995