

**OPERACIÓN RELLENOS SANITARIOS EN MUNICIPIOS DE PEQUEÑO  
APORTE: CASO MUNICIPIO DE GUITARILLA**

**ROBINSON ADRIAN PANTOJA SOLARTE  
JHERSON EDIÑO PORTILLA ERAZO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

**OPERACIÓN RELLENOS SANITARIOS EN MUNICIPIOS DE PEQUEÑO  
APORTE: CASO MUNICIPIO DE GUAITARILLA**

**ROBINSON ADRIAN PANTOJA SOLARTE  
JHERSON EDIÑO PORTILLA ERAZO**

**Trabajo presentado como requisito parcial optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Directora:  
RUBY ALICIA CRIOLLO MARTINEZ, IC. PhD.  
Docente Facultad de Ingeniería**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010, emanado del Honorable Consejo Académico.

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

Presidente de Jurado

---

Jurado

---

Jurado

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

El Municipio de Guaitarilla, por su colaboración y apoyo, siendo los principales actores de esta propuesta sin los cuales no hubiera sido posible la culminación de este trabajo.

La Universidad de Nariño y a su equipo de docentes, quienes compartieron sus conocimientos.

Los familiares y amigos que de una u otra forma nos han colaborado en la realización de nuestra carrera.

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo al creador de este hermoso planeta, DIOS, gracias a él hemos encontrando el camino y la verdad en nuestra existencia.

También dedicamos este trabajo a las personas que más amamos, los padres y familiares quienes nos han apoyado siempre incondicionalmente, y que con sus sabios consejos en los momentos difíciles nos han infundido la valentía para seguir adelante con mucho ánimo para prepararnos y poder ser profesionales comprometidos con la sociedad.

## RESUMEN

Se reconoce la importancia de realizar un estudio del funcionamiento, operatividad y causas del cierre del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla, además de formular algunas opciones para su reapertura o alternativas para su viabilidad técnica y económica, enfatizándose en los motivos del cierre y posibles soluciones.

El enfoque de la investigación es de carácter cualitativo y cuantitativo, basado en la revisión primaria, análisis de informes técnicos y observaciones en el campo de estudio. Se revisa la caracterización de los residuos sólidos y la identificación de los actores y mecanismos de participación, como elementos que contribuirán con la propuesta de reapertura del relleno sanitario y ejecución de un Plan de Gestión Integrada de Residuos Sólidos (PGIRS).

Finalmente, se realiza una evaluación económica entre el proceso de reapertura y la disposición final que actualmente se tiene en el relleno sanitario de Antanas de la ciudad de Pasto.

**Palabras clave:** relleno sanitario, ejecución, plan, causas, reapertura, residuos sólidos, observación, actores, propuesta.

## **ABSTRACT**

The importance of conducting a study of the operation, operability and causes of closure of the municipal landfill of Guaitarilla is recognized, as well as formulating some options for reopening or alternatives for its technical and economic viability, emphasizing the reasons for closure and possible solutions.

The research focus is qualitative and quantitative, based on the primary review, analysis of technical reports and observations in the field of study. The characterization of solid wastes and the identification of the actors and mechanisms of participation are reviewed, as elements that will contribute to the proposal to reopen the sanitary landfill and execution of an Integrated Management Plan for Solid Waste (PGIRS).

Finally, an economic evaluation is made between the reopening process and the current disposition that must the sanitary landfill of Antanas of the city of Pasto.

**Keywords:** landfill, execution plan, causes, reopening, solid waste, observation, actors, proposal.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	19
1. MARCO REFERENCIAL.....	26
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL .....	28
3. DIAGNÓSTICO SERVICIO DE ASEO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA .....	36
4. MARCO LEGAL RESIDUOS SÓLIDOS .....	43
5. ANTECEDENES REFERENCIALES.....	45
6. MANUAL DE OPERACIÓN .....	53
7. PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS GENERAL .....	54
7.1 ÁRBOL DE PROBLEMAS .....	54
7.1.1 Componente: generación de residuos sólidos:.....	54
7.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS .....	55
7.2.1 Aprovechamiento de residuos sólidos .....	55
7.3 OBJETIVOS Y METAS.....	55
8. OPCIONES DE RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE RELLENO SANITARIO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA .....	58
8.1 SENSIBILIZACIÓN A LA POBLACIÓN .....	58
9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS PARA LA APERTURA DEL RELLENO SANITARIO GUATARILLA.....	60
9.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y METAS .....	60
9.1.1 Propuestas para la recuperación de relleno sanitario. ....	60
9.1.2 Condiciones para la reapertura del relleno sanitario de Guaitarilla .....	61
10. ANALISIS DE COSTOS COMPARATIVO.....	63
11. ESTRATEGIAS AMBIENTALES EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	70
12. ESTRATEGIA DE RELLENO SANITARIO REGIONAL .....	72

13. CONCLUSIONES.....74

14. RECOMENDACIONES .....76

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....77

ANEXOS.....80

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.	Aspectos a estudiar y las formas de evaluación .....	24
Tabla 2.	Proyecciones .....	27
Tabla 3.	Clasificación de los residuos sólidos.....	34
Tabla 4.	Caracterización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.....	37
Tabla 5.	Composición física de los residuos sólidos producidos .....	37
Tabla 6.	Cuadro general de la vida útil relleno sanitario Guaitarilla .....	41
Tabla 7.	Normatividad referente a los rellenos sanitarios .....	43
Tabla 8.	Antecedentes relleno sanitario municipio de Guaitarilla.....	46
Tabla 9.	Problemas centrales .....	56
Tabla 10.	Costos de personal con prestaciones sociales para jornada de 8 horas por día.....	63
Tabla 11.	Costos de alquiler maquinaria.....	63
Tabla 12.	Encerramiento vaso 3 .....	64
Tabla 13.	Valla de identificación (global) .....	65
Tabla 14.	Vía interior vaso 3 .....	65
Tabla 15.	Impermeabilización vaso 3 .....	66
Tabla 16.	Filtro de lixiviados vaso 3.....	66
Tabla 17.	Canal aguas de escorrentía vaso 3 .....	67
Tabla 18.	Montaje chimeneas vaso 3 .....	67
Tabla 19.	Resumen de costos inversión apertura vaso 3 .....	68
Tabla 20.	Costos totales reapertura relleno .....	68
Tabla 21.	Costos disposición R.S. en relleno antanas.....	69

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	<b>Pág.</b>
Ilustración 1.	Municipio de Guaitarilla .....26
Ilustración 2.	Municipio de Guaitarilla coordenadas.....26
Ilustración 3.	Esquema general de un relleno sanitario .....29
Ilustración 4.	Relleno sanitario tipo área-rampa.....30
Ilustración 5.	Corte de un relleno sanitario, con manejo técnico adecuado .....30
Ilustración 6.	Diseño celda diaria de trabajo .....31
Ilustración 7.	Diseño filtro captador de lixiviados .....31
Ilustración 8.	Diseño empalme de filtro al sistema.....32
Ilustración 9.	Diseño filtro captador de lixiviados .....32
Ilustración 10.	Diseño chimenea para extracción de gases .....33
Ilustración 11.	Pendiente recomendada en el frente de trabajo de un relleno ...33
Ilustración 12.	Esquema topográfico relleno sanitario guaitarilla, con sus respectivos vasos .....51
Ilustración 13.	Generación de residuos sólidos .....54
Ilustración 14.	Aprovechamiento de residuos sólidos .....55
Ilustración 15.	Separación de residuos sólidos.....57
Ilustración 16.	Relleno antanas.....72

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO 1. ENCUESTA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	81
ANEXO 2. TABULACIÓN Y ANÁLISIS ENCUESTA .....	82
ANEXO 3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MUNICIPIO DE GUAITARILLA ..	90
ANEXO 4. FECHAS, HORARIOS Y RUTAS DE RECOLECCIÓN DE BASURAS.....	91
ANEXO 5. INFORMACION SUMINISTRADA SOBRE LA RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS POR LA EMPRESA EMPOGUIATARILLA. ....	92
ANEXO 6. MANUAL DE OPERACIÓN .....	93
ANEXO 7. PLANOS SOPORTE.....	98
ANEXO 8. REGISTRO FOTOGRAFICO RELLENO ACTUAL .....	99

## GLOSARIO

Para interpretar y aplicar los fines que se exponen en el presente documento, se deben tener en cuenta las siguientes definiciones, tomadas literalmente del Título F del RAS 2000 y de la normativa vigente sobre el servicio público de aseo, especialmente el Decreto 1713 de 2002.

**Acceso al sistema de disposición final.** Es el procedimiento establecido en el reglamento operativo de los rellenos sanitarios, para la utilización de un sistema de disposición final por parte de los usuarios del mismo, mediante el pago de una tarifa de acuerdo con las normas regulatorias vigentes.

**Aforar.** Determinar el volumen y el peso de residuos generados, recolectados, transportados, aprovechados y valorizados, tratados y finalmente dispuestos.

**Barrido de vías y limpieza de áreas públicas.** Es el conjunto de actividades que se ejecutan de forma manual o mecánica, tendientes a dejar las áreas públicas libres de todo residuo sólido esparcido, acumulado o fijado en muros. Por sus características los residuos sólidos generados por el proceso de barrido y recolección de los residuos, así como los provenientes de la limpieza de áreas públicas se vinculan con la actividad principal de recolección del servicio público de aseo.

**Biodegradable.** Calidad de un compuesto químico o sustancia de poder ser degradado por acción biológica.

**Biogás.** Mezcla de gases, producto del proceso de descomposición anaeróbica de la materia orgánica o biodegradable, cuyo componente principal es el gas metano.

**Botadero a cielo abierto.** Sitio de acumulación de residuos sólidos que no cumple con las disposiciones vigentes o crea riesgos para la salud y seguridad humana o para el ambiente en general.

**Caracterización de los residuos.** Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades. Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de un residuo sólido, identificando contenidos y propiedades de interés con una finalidad específica.

**Centro de acopio.** Lugar en el cual se desarrollan acciones tendientes a reunir productos, desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil,

acondicionado para tal fin de manera segura y ambientalmente adecuada, con el fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral.

**Cobertura diaria.** Capa de material natural y/o sintético con que se cubren los residuos depositados en el relleno sanitario durante un día de operación.

**Cobertura final.** Revestimiento de material natural o sintético que confina el total de las capas de que consta un relleno sanitario, para facilitar el drenaje superficial, interceptar las aguas filtrantes y soportar la vegetación superficial.

**Compost.** Producto final del proceso de compostaje.

**Compostaje.** Proceso controlado e irreversible de transformación biológica aeróbica, que ocurre mediante organismos descomponedores endémicos ( artrópodos y microorganismos, enzimas presentes en el medio natural), que conduce a una etapa de maduración, caracterizada por su estabilidad química y microbiológica.

**Cuneta.** Zanja en cada uno de los lados de un camino o carretera para recibir las aguas lluvias.

**Chimenea.** Estructura de ventilación que permite la salida de los gases producidos por la biodegradación de los residuos sólidos.

**Densidad.** Masa o cantidad de materia de los residuos, contenida en una unidad de volumen, en condiciones específicas, expresado en Mg/m<sup>3</sup>.

**Descomposición anaerobia.** Degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno molecular por efecto de microorganismos. Usualmente va acompañada de la generación de ácidos y gas metano.

**Estaciones de separación y aprovechamiento.** Son las instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería, operadas ambientalmente y con eficiencia económica, dedicadas a incorporar valor agregado a la fracción de residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos de clasificación, compactación, lavado, triturado o granulado (peletizado) entre otros.

**Gas generado en el relleno.** Es el gas producido durante el proceso de fermentación anaerobia y/o aerobia, o por efectos de reacciones químicas de los residuos sólidos dispuestos.

**Geomembrana.** Producto sintético polimérico en forma laminar, continua y flexible, utilizado como barrera impermeable de líquidos u otros fluidos en

proyectos de ingeniería. Las geomembranas poseen propiedades mecánicas, físicas, químicas y biológicas que las diferencian en su potencial uso y aplicación.

**Impacto ambiental.** Cualquier alteración en el sistema ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

**Incineración.** Procesamiento térmico de residuos sólidos, líquidos o gaseosos mediante la oxidación química con cantidades estequiométricas o en exceso de oxígeno. Proceso de reducir los desechos a material inerte (escoria) y a productos gaseosos completamente oxidados mediante la combustión.

**Lombricultura.** Actividad que consiste en complementar con la acción de lombrices de tierra la maduración de la materia orgánica compostada.

**Mantenimiento.** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.

**Mantenimiento correctivo.** Conjunto de actividades que se deben llevar a cabo cuando un equipo, instrumento o estructura ha tenido una parada forzosa o imprevista.

**Mantenimiento preventivo.** Conjunto de actividades que se llevan a cabo en un equipo, instrumento o estructura, con el propósito de que opere a su máxima eficiencia de trabajo, evitando que se produzcan paradas forzosas o imprevistas.

**Material de cobertura.** Material de origen natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en un relleno sanitario.

**Plan de manejo ambiental.** Es el conjunto detallado de medidas y actividades que, producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales debidamente identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia, y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

**Producción más limpia.** Según el PNUD, es “una aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva e integrada, en los procesos productivos, los productos y los servicios para reducir los riesgos relevantes a los humanos y el medio ambiente”.

**Producción diaria per cápita.** Cantidad de residuos sólidos generada por una persona, expresada en términos de Kg/hab - día o unidades equivalentes, de

acuerdo con los aforos realizados o estimaciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE.

**Producción diaria por usuario.** Cantidad de residuos sólidos generada por un usuario, expresada en términos de Kg/usuario - día o unidades equivalentes, de acuerdo con los aforos realizados y el número de habitantes atendidos o estimaciones del DANE.

**Recolección en acera.** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos son presentados por los usuarios para su recolección en el andén ubicado frente a su predio o domicilio.

**Recolección en unidades de almacenamiento.** Es la que se efectúa cuando los residuos sólidos generados por los usuarios se presentan para su recolección en forma conjunta en cajas de almacenamiento.

**Reducción en el origen.** Forma más eficaz de reducir la cantidad, peso y volumen, de los residuos, así como los costos asociados a su gestión y los impactos ambientales. Se encuentra en primer lugar en la jerarquía de la gestión integral de residuos sólidos.

**Reglamento técnico.** Reglamento de carácter obligatorio expedido por la autoridad competente, con fundamento en la Ley, que suministra requisitos técnicos, bien sea directamente o mediante referencia o incorporación del contenido de una norma nacional, regional o internacional, una especificación técnica o un código de buen procedimiento.

**Relleno sanitario manual.** Relleno sanitario que es construido y operado sin necesidad de utilizar maquinaria diferente a la mano de obra.

**Ruta de reciclaje.** Recorrido necesario para recoger los residuos potencialmente aprovechables, separados en la fuente.

**Servicio público de aseo.** Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos.

**Sistema de manejo y tratamiento de lixiviados.** Es el conjunto de procesos, instalaciones, dispositivos y operaciones unitarias o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los lixiviados producidos en el relleno sanitario, con el propósito de minimizar los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.

**Sistema de pesaje.** Es el conjunto ordenado y sistemático de equipos, elementos y maquinaria que se utilizan para la determinación certera de la cantidad de

residuos objeto de gestión en uno o varios de los componentes del servicio público de aseo y que proporciona información con datos medibles y verificables.

**Sistema de aseo urbano.** Es el conjunto ordenado y sistemático de equipos, elementos y maquinaria, que se utilizan para el desarrollo de los diferentes componentes que hacen parte del servicio público de aseo y que proporciona información sobre el estado, calidad y comportamiento de las actividades en la gestión de los residuos sólidos.

**Suspensión de obra o actividad.** Cese temporal o permanente de la obra o actividad en infraestructuras para el servicio público de aseo.

**Temperatura de combustión.** Temperatura necesaria para producir la combustión completa de los residuos sólidos. Cuanto mayor sea el contenido de aire en exceso, el contenido de oxígeno en los gases de la chimenea también los gases de la chimenea son importantes desde el punto de vista de control de olores.

**Vectores.** Organismos, generalmente insectos o roedores, que transmiten enfermedades. Medio de transmisión de un patógeno de un organismo a otro.

**Vehículo recolector.** Vehículo empleado en las actividades de recolección de los residuos sólidos en los sitios de generación y en su transporte hasta las estaciones de aprovechamiento y estaciones de transferencia o hasta el sistema de disposición final.

**Vehículo transportador o de transferencia.** Vehículo empleado en las actividades de transporte de los residuos sólidos desde las estaciones de separación y aprovechamiento o desde estaciones de transferencia hasta el sistema de disposición final.

**Vías de acceso.** Vialidad que permite ingresar a las infraestructuras para el servicio público de aseo.

**Vía interior.** Vialidad que permite el tránsito interno en las infraestructuras para el servicio público de aseo.

**Vía principal.** Vía que hace parte de la red pública de transporte que permite la intercomunicación entre las entidades territoriales.

## INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos se ha convertido en un problema de orden mundial que se agudiza con el pasar de los años debido al incremento del consumo de la población; si bien las técnicas de manejo y disposición final de desechos han mejorado gracias a normas y entes de control que ayudan a minimizar el impacto ambiental aún quedan algunos lugares, donde las estrategias adoptadas para tratar estos residuos son limitadas o nulas, la gran mayoría de estos residuos terminan en quebradas, ríos, lagunas o fuentes hídricas, sin tener las garantías ambientales adecuadas.

La opción más viable para tratar los mencionados residuos con mínimos daños colaterales ha sido el diseño y construcción de rellenos sanitarios, siendo espacios donde se toman medidas técnicas para la reducción de los problemas generados.

En el departamento de Nariño se encuentran algunos rellenos sanitarios, pero la mayoría de estos no se ajustan a los parámetros mínimos exigidos por los entes de control, llevándolos a cierres por parte de CORPONARIÑO, que es la entidad encargada de la protección del ecosistema y del medio ambiente en nuestro Departamento de Nariño.

Así acontece con el Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla, donde el cierre se dio por el incumplimiento de la normativa exigida para su funcionamiento y operación. Los procedimientos llevados a cabo no tenían en cuenta los potenciales riesgos y efectos sobre el medio ambiente y los recursos naturales, por tanto, estas disposiciones finales no garantizaban la conservación del medio ambiente y ponía en riesgo la salud de la población cercana.

El presente trabajo de investigación se orienta a proponer soluciones viables para la reapertura del relleno, partiendo inicialmente de un diagnóstico de las condiciones del actual relleno sanitario de municipio de Guaitarilla, pasando a detectar las falencias, e implementar estrategias que permitan adecuar las condiciones técnicas para el manejo de los residuos sólidos y se plantean otras estrategias que son necesarias evaluarlas.

Inmerso en del Plan de Desarrollo del Municipio de Guaitarilla 2016 – 2019, se puede identificar como prioridad el manejo adecuado y disposición final de residuos sólidos, dando inicio al proceso técnico de reapertura del relleno sanitario, con la implementación de un plan estratégico de desarrollo integral de residuos sólidos (PGIRS), en el cual se plantean diversas alternativas para la solución de problemas a través de las líneas de base y metas reales, lo mismo que los programas alternativos que complementen y refuercen dicho manejo.

Si los análisis tanto técnicos como económicos dan viabilidad a la reapertura, la Administración del Municipio de Guaitarilla acogerá las recomendaciones de la presente investigación, de lo contrario, seguirá disponiendo los residuos sólidos generados en el Relleno Sanitario de Antanas, de la ciudad de Pasto.

## **OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS EN MUNICIPIOS DE PEQUEÑO APOORTE: EL CASO DEL MUNICIPIO DE GUAITARILLA**

### **Alcance y definición**

Dentro del estudio de las condiciones de funcionamiento del Relleno Sanitario de Guaitarilla, es necesario conocer las causas que llevaron a su cierre.

Para el presente estudio de caso se realizó una recolección de información del relleno sanitario, que permitió identificar la causa del cierre y las medidas necesarias para la reapertura, utilizando las instalaciones que están en condiciones aceptables.

Durante esta investigación se presenta recomendaciones y argumentos con posibles soluciones que permitan la reapertura del relleno sanitario del municipio de Guaitarilla, ubicado entre las veredas Cuatro Esquinas y Girardot.

Para lograr este objetivo, se contó con la información brindada por las instituciones encargadas de velar por el buen funcionamiento del relleno sanitario como lo son: Empoguitarilla, CORPONARIÑO y la Secretaria de Obras del Municipio de Guaitarilla que proporcionaron datos relevantes sobre la recolección de residuos sólidos, aguas servidas y agua potable.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **Descripción del problema**

En Colombia existen rellenos sanitarios con distintos problemas operativos; la mayor preocupación se da por el inadecuado tratamiento de los lixiviados, la emisión de gases como: amoníaco, formaldehído, metaldehído, metano, entre otros; y el incorrecto manejo de los residuos sólidos. “Por esta razón, es esencial el cumplimiento de las obligaciones de los municipios en el manejo integral de los residuos sólidos y su compromiso para la protección del medio ambiente y de la salud de la comunidad a través del PGIRS (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos)”<sup>1</sup> y de programas de concientización a la población respecto a las basuras, su uso sostenible y manejo adecuado de estas.

---

<sup>1</sup> NOGUERA, K. M., & OLIVERO, J. T. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: Caso colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 34(132), 347-356.

En tal sentido, el manejo de los residuos sólidos en el departamento de Nariño se ha caracterizado por presentar debilidades en la capacidad institucional para la operación, falta de planificación y baja cobertura de recolección, principalmente en municipios pequeños.

En el presente caso de estudio, la Corporación Autónoma de Nariño – CORPONARIÑO, ordenó el cierre del relleno sanitario en el municipio de Guaitarilla porque “El relleno sanitario no cumplía con los estándares de salubridad requeridos, además, se había convertido en un botadero de basura a cielo abierto, tampoco era amigable con el medio ambiente, ya que el lugar se había convertido en foco de reproducción de moscas, roedores y por los gases que se expiden al medio ambiente” (NARIÑO INFORMA, En Guaitarilla cierran relleno sanitario a cielo abierto); situación que afectaba a 20 familias y el equilibrio ambiental de la vereda Girardot, municipio de Guaitarilla.

En este caso, la empresa de aseo del Municipio de Guaitarilla, Empoguaitarilla, encargada de prestar el servicio de recolección de basuras y disposición final de las mismas, debido al cierre del relleno municipal decretado por CORPONARIÑO según Resolución 048 del 30 de abril de 2014, opta por trasladar los residuos al Relleno Sanitario Antanas de la ciudad de Pasto, donde se lleva a cabo el debido manejo de estos desechos sólidos, este situado en la vereda La Josefina, corregimiento Morasurco, a 85 Kilómetros del Municipio de Guaitarilla.

Con relación a la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización del PGIRS en el ámbito local o regional, la Resolución No. 0754 del 25 de noviembre de 2014 del ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) y el ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en el Artículo 4 hace referencia a que es responsabilidad de los municipios, distritos o de los esquemas asociativos territoriales, la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización del PGIRS en el ámbito local o regional, según el caso.

En este sentido, la situación es preocupante, porque la Alcaldía del Municipio de Guaitarilla ha querido evadir el problema de la disposición final de los residuos sólidos trasladándolos al Relleno Sanitario Antanas de Pasto, sin siquiera intentar una posible solución, haciendo que esta decisión genere costos adicionales en el presupuesto municipal que afectan directamente a la economía y a la sociedad del municipio.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Estudiar el funcionamiento y causas del cierre del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla y formular opciones técnicas y económicas para su posible reapertura.

### **Objetivos específicos**

- Revisar el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y saneamiento Básico y Ambiental – RAS 2010
- Diagnosticar y analizar la situación actual del relleno sanitario.
- Identificar los actores involucrados en la gestión de residuos sólidos en el municipio de Guaitarilla y proponer mecanismos de participación.
- Estudiar las alternativas de aprovechamiento de residuos sólidos viables para el municipio de Guaitarilla.
- Proponer opciones técnicas y financieras de recuperación y optimización del relleno sanitario.

## **JUSTIFICACIÓN**

Los residuos sólidos se consideran como un subproducto de todas las actividades del hombre; desde el mismo instante en que un ser humano nace, empieza a generar residuos, por ejemplo, al momento del parto se generan cerca de 320 gramos de placenta, la cual se desecha; “este es el indicador de lo que se continuara haciendo durante toda la vida, hasta la muerte, siendo una de las principales causas de la contaminación del medio ambiente y los problemas de salud en la población”<sup>2</sup>.

Considerando lo anterior, es necesario que el Estado busque soluciones de fondo, comprometiendo y delegando a las autoridades municipales en la gestión adecuada de los residuos sólidos, utilizando como mecanismo la organización y participación comunitaria para lograr una solución eficiente y eficaz. La opción de los rellenos sanitarios se convierte en una solución, aunque no perfecta, porque es “enterrar energía”<sup>3</sup> es poner en riesgo las aguas subterráneas y superficiales; Sin

---

<sup>2</sup> COLLAZOS, Héctor. (1985). ¿Dónde está la basura que no se recoge? p. |5

<sup>3</sup> Ibíd.

embargo, el impacto se reduce haciendo uso de una tecnología adecuada, de esta manera se convierte en una buena solución, ya que causa el menor daño a la naturaleza y al hombre.

En consecuencia, el Plan Integral de Residuos Sólidos en el Municipio de Guaitarilla (Nariño), establece como fin principal, sensibilizar y concienciar a la comunidad sobre el manejo adecuado de residuos, para así mejorar las condiciones de saneamiento básico, continuar con la protección del ambiente, seguir generando empleo y cumplir con los objetivos de la Política Nacional en materia de residuos sólidos; “el objetivo es aplicar los principios de desarrollo sostenible y minimizar el impacto ambiental negativo que producen los residuos, mejorando la calidad de vida en general y las condiciones sociales de quienes intervienen en esta gestión”<sup>4</sup>.

Las últimas administraciones del Municipio de Guaitarilla han desconocido los objetivos de la Política Nacional para la gestión integral de residuos sólidos, que hacen referencia a reducción en el origen, aprovechamiento y valoración, tratamiento y transformación.

## **METODOLOGÍA**

La investigación realizada tiene un carácter descriptivo por cuanto se realizó la descripción de datos encontrados y aportados por los instrumentos de recolección de información y el impacto dentro de la población en estudio. Tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo basado en la revisión y análisis de memorias e informes técnicos, en la consulta con actores relacionados con el diseño, operación y mantenimiento del Relleno Sanitario y la observación en campo. La recopilación de información se realizó por consulta en las instituciones locales (alcaldía y empresa prestadora del servicio de aseo) y regionales como CORPONARIÑO.

Los parámetros de análisis corresponden a las mediciones que permiten conocer la línea base a partir de la información operativa de cada componente del servicio público de aseo.

## **ETAPA 1 CONSTRUCCIÓN Y APLICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Se elaboraron formularios de entrevistas estructuradas y abiertas dirigidos a los responsables de la gestión de los residuos sólidos en el municipio de Guaitarilla y a los posibles grupos o personas relacionados con el aprovechamiento de los rellenos sanitarios. Su importancia radica en establecer el estado actual de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio. La construcción de la línea

---

<sup>4</sup> GUEVARA Castaño, Edilberto. (2008). Ingeniero Químico. Enfermedades por Contaminación Ambiental: Universidad Tecnológica de Pereira.

base esta soportada en la recopilación de información primaria obtenida a través de observación, mediciones en campo u otros procedimientos, así como en información secundaria obtenida a través de documentos oficiales relativos a autorizaciones ambientales, y resultados entre otros.

## ETAPA 2 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS

Para describir el relleno sanitario y analizar su funcionamiento se evaluaron varios aspectos, adaptando la metodología propuesta por Marmolejo al presente caso de estudio: niveles de separación en la fuente, tipo de recolección de los Residuos Sólidos Municipales (RSM), técnicas para la separación de residuos, tecnologías para manejo de bio residuos, tecnología para recuperación de materiales reciclables. En cada uno de estos componentes se analizarán los aspectos relacionados con la operación, mantenimiento, control y seguimiento.

A continuación, se presenta la tabla No. 1, donde se describe la metodología propuesta para el presente caso estudio:

**Tabla 1. Aspectos a estudiar y las formas de evaluación**

COMPONENTE	ASPECTO EVALUADO	MÉTODO
Materia prima	Cantidades y composición física	Revisión de estudios de muestreo y caracterización
	Procedencia y condiciones de llegada al relleno sanitario	Aplicación de encuestas sobre prácticas de manejo de los residuos sólidos municipales. Seguimiento in situ de la presentación, recolección y transporte de los residuos sólidos.
Procesos	Tecnologías usadas	Observación in situ de tecnologías usadas para el aprovechamiento de bio-residuos y de reciclables.
	Condiciones de operación y mantenimiento	Seguimiento in situ de la operación y del mantenimiento de las tecnologías. Entrevistas a personal relacionado con la puesta en marcha, operación y mantenimiento de las tecnologías.
	Identificación de esquemas de seguimiento	Observación in situ de los esquemas de seguimiento y control de los procesos.
Productos	Determinación de la calidad de los productos y sus mercados potenciales	Observación in situ de las condiciones de almacenamiento y conservación de productos. Entrevista a personal administrativo de la planta de mantenimiento de residuos sólidos (PMRS).

	Identificación de esquemas de seguimiento y control de calidad del producto	Observación in situ de esquemas de control de calidad de productos. Entrevistas con los operadores de la planta de mantenimiento de residuos sólidos (PMRS).
--	---	---

Fuente: Adaptado de Análisis del Funcionamiento de Plantas de Manejo de Residuos Sólidos en el Norte del Valle del Cauca, Colombia (MARMOLEJO, et al, 2011)

### **ETAPA 3 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En esta etapa se indica con detalle los resultados obtenidos de la investigación, las propuestas, las estrategias, conclusiones y recomendaciones. “En esta fase es relevante hacer una relación de los problemas identificados en la gestión de los residuos sólidos del municipio, sus causas y efectos, utilizando la herramienta de árbol de problemas que se encuentra establecida en el numeral 2.3 de la Resolución 0754 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible” a partir de cada componente del servicio público de aseo, se logra identificar las falencias por componente, que afectan la prestación del servicio.

## 1. MARCO REFERENCIAL

Ilustración 1. Municipio de Guaitarilla



**Localización general del municipio de Guaitarilla y aspectos geográficos:** el municipio de Guaitarilla es uno de los 64 municipios que conforman el territorio del Departamento de Nariño, se encuentra ubicado al sur occidente del Departamento de Nariño, con una temperatura promedio de 14°C, y con la siguiente posición meridional (cabecera urbana) 01° 8' 00" de latitud Norte y 77° 33' 23" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich; se encuentra además a una altura de 2.653 metros sobre el nivel del mar y su extensión es de 121 kilómetros cuadrados. (Ver ilustración 2).

Ilustración 2. Municipio de Guaitarilla coordenadas



Fuente: <http://upload.wikimedia.org/Colombia-Guaitarilla.es>

El territorio Municipal de Guaitarilla define sus límites al norte con el Municipio de Ancuya, al sur con el Municipio de Túquerres e Imués, al oriente con el Municipio de Yacuanquer y Consacá, y al occidente con los Municipios de Providencia y Samaniego.

**Proyecciones de la población urbana del municipio:** teniendo en cuenta la tasa de crecimiento de 1,2%, se calculó la población con cada uno de los métodos exigidos en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000) consagrados en la Tabla No. 2. El cálculo de la proyección de población se lo realizó con el método geométrico, siendo éste el que más se ajustó. La población actual (año 2017) para el municipio de Guaitarilla es de 3.868 habitantes y la futura (año 2024) es de 4.205 habitantes para la zona urbana. En el siguiente cuadro se consignan los resultados:

**Tabla 2. Proyecciones**

año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Población	3822	3868	3914	3961	4009	4067	4106	4155	4206

Fuente: Según Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2000)

**Geografía regional:** el Municipio de Guaitarilla está conectado con los Municipios de Ancuya, Túquerres, Imués, Yacuanquer, Consacá, Providencia y Samaniego.

El desarrollo económico del Municipio, lo determina el subsector agrícola con producción de bienes como: trigo, frijol, papa, arveja y maíz. Esta agricultura se desarrolla de manera tradicional y cubre un área de 7.060 hectáreas, representado un 60% del territorio Municipal; el subsector pecuario, se determina con la producción de leche, cuyes y porcinos. El área está cubierta de pastos naturales, 1858 hectáreas del terreno, o sea el 15,4 % se usa en la ganadería así: 1.444 hectáreas en ganadería extensiva, esto figura el 9.5% de terreno Guaitarillense; 714 hectáreas correspondientes al 5.9% en ganadería semi extensiva.

## 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

**Rellenos sanitarios:** un relleno sanitario se define como el lugar destinado a la disposición final de los residuos sólidos, teniendo en cuenta medidas para reducir los problemas generados por estos desechos. Lo que la ingeniería logra con estas obras es la protección del medio ambiente alcanzando con éxito la compactación y disposición de tales residuos, siguiendo las recomendaciones estipuladas por la norma legal vigente.

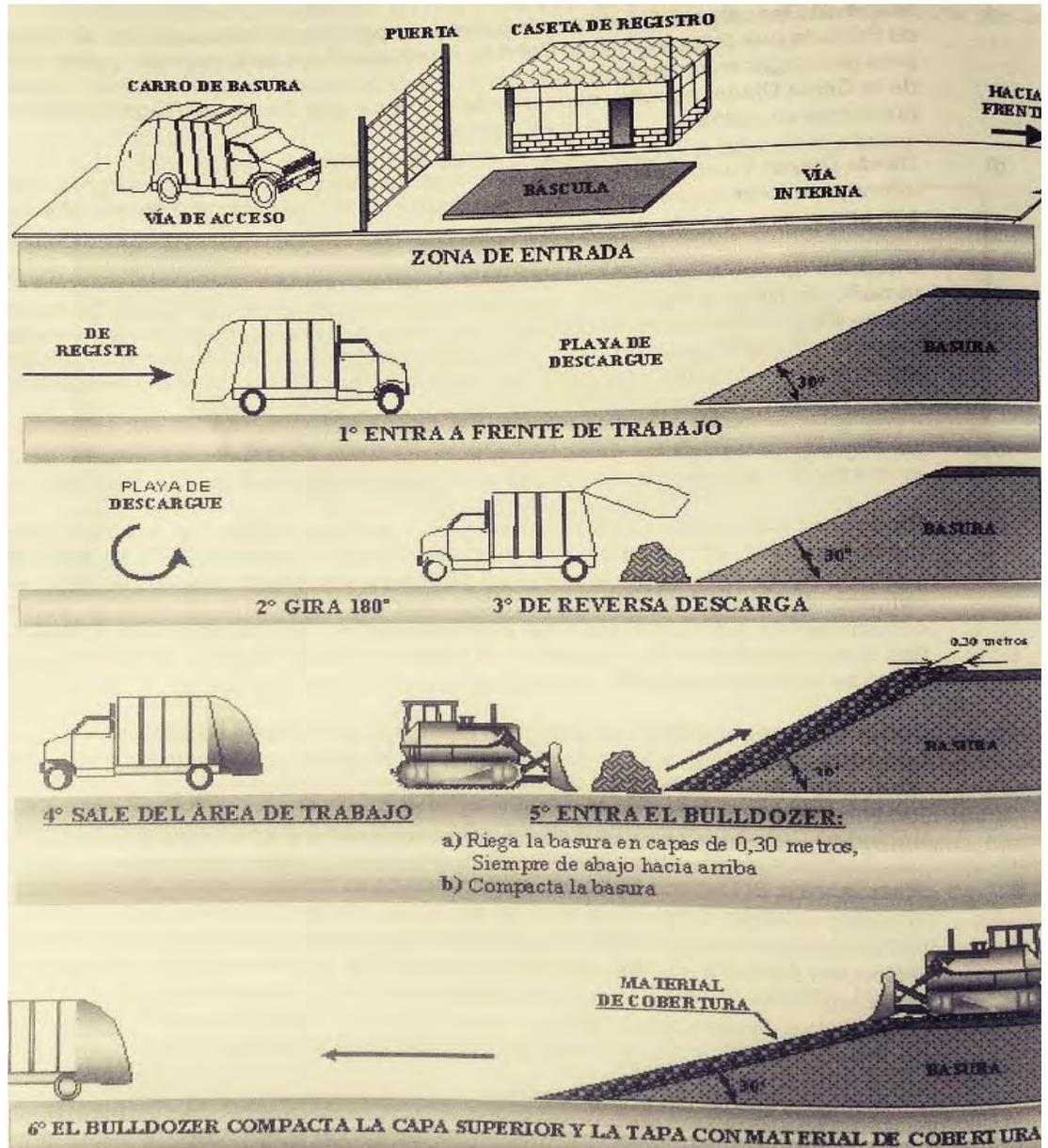
“El proceso continúa con el tratamiento de los lixiviados, que se definen como líquidos que se producen por la fermentación y descomposición de la basura que emiten gases como el metano, ocasionan el deterioro ambiental y afectan directamente la salud humana”<sup>5</sup>.

**Clasificación de los rellenos sanitarios:** un relleno sanitario, generalmente puede ser manual, de compactación mecánica o semimecanizado o tipo área-rampa. Este último, fue el que se implementó en el relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla (Ver Gráfico), donde se da un apoyo al trabajo manual con ayuda de maquinaria pesada con el objetivo de hacer una compactación óptima de la basura, es más rústico y se considera una alternativa técnica y económica, fácil de implementar en poblaciones urbanas y rurales de menos de 40.000 habitantes, generadores de menos de 30 toneladas mes de residuos sólidos, de acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud. (Ver ilustración 3-11)

---

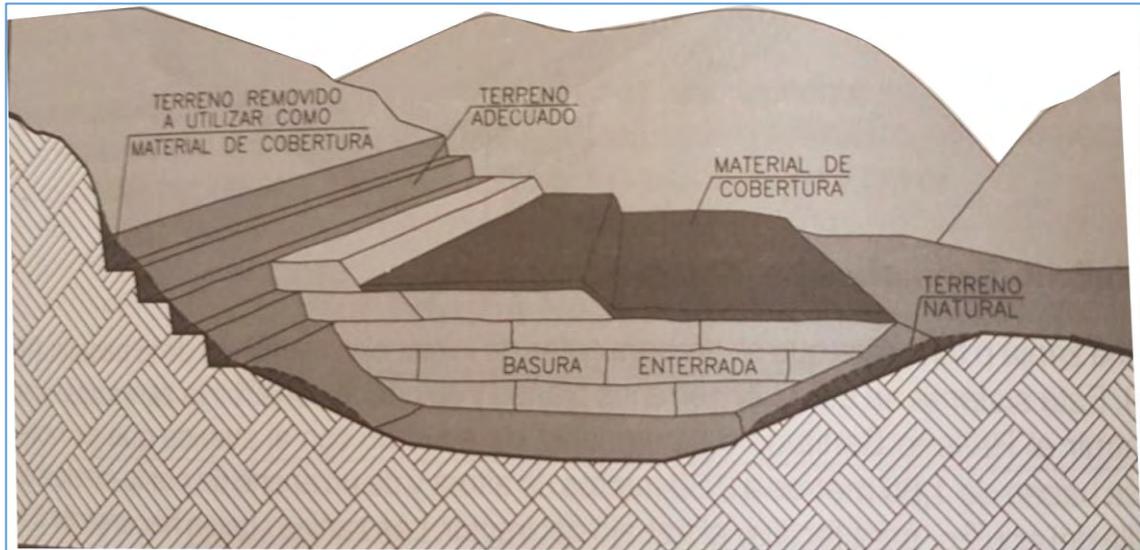
<sup>5</sup> Ibíd.

**Ilustración 3. Esquema general de un relleno sanitario**



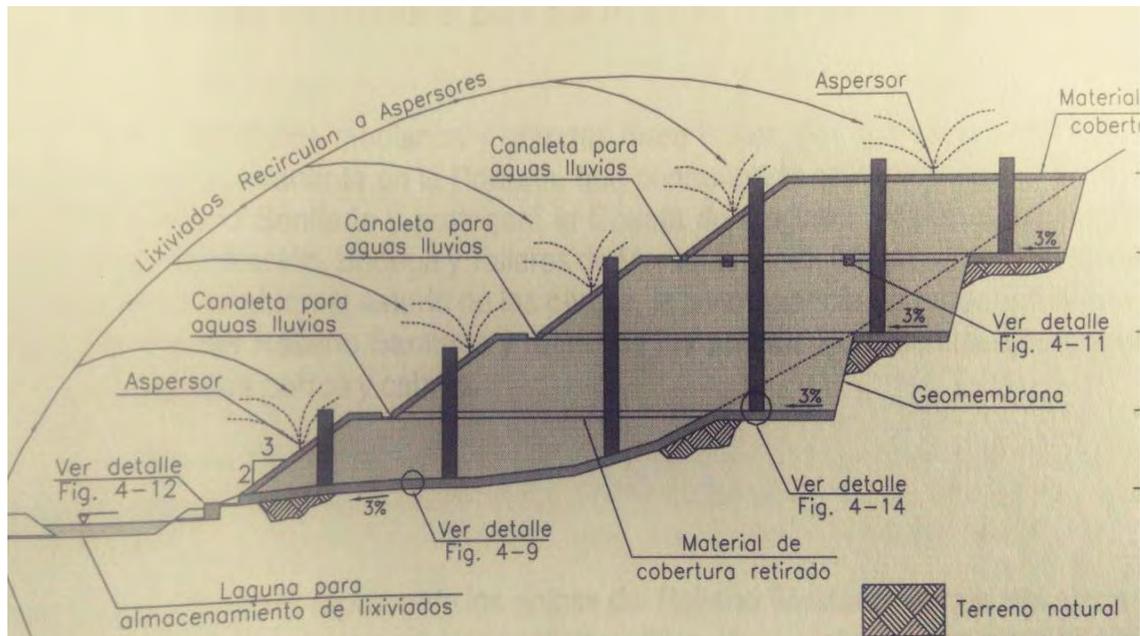
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Pag. 56.

#### Ilustración 4. Relleno sanitario tipo área-rampa



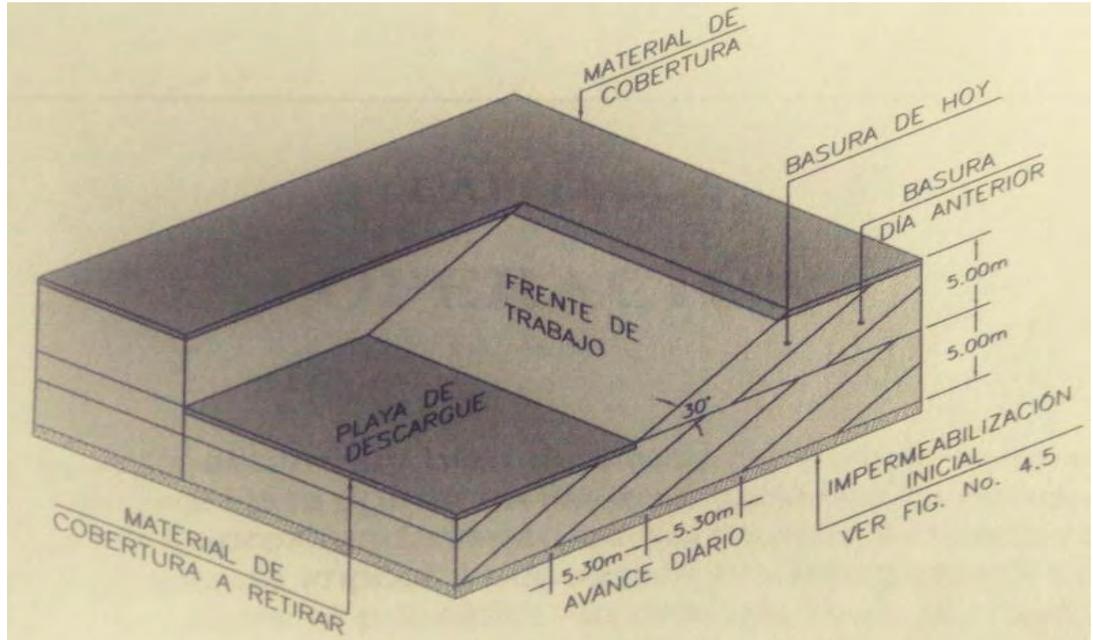
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

#### Ilustración 5. Corte de un relleno sanitario, con manejo técnico adecuado



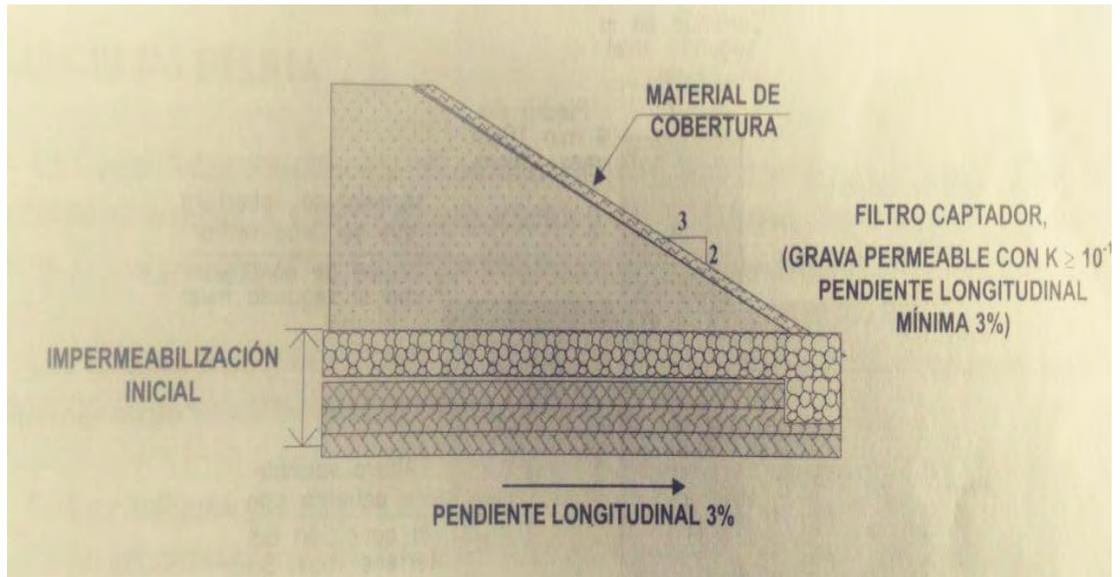
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Pag. 75.

### Ilustración 6. Diseño celda diaria de trabajo



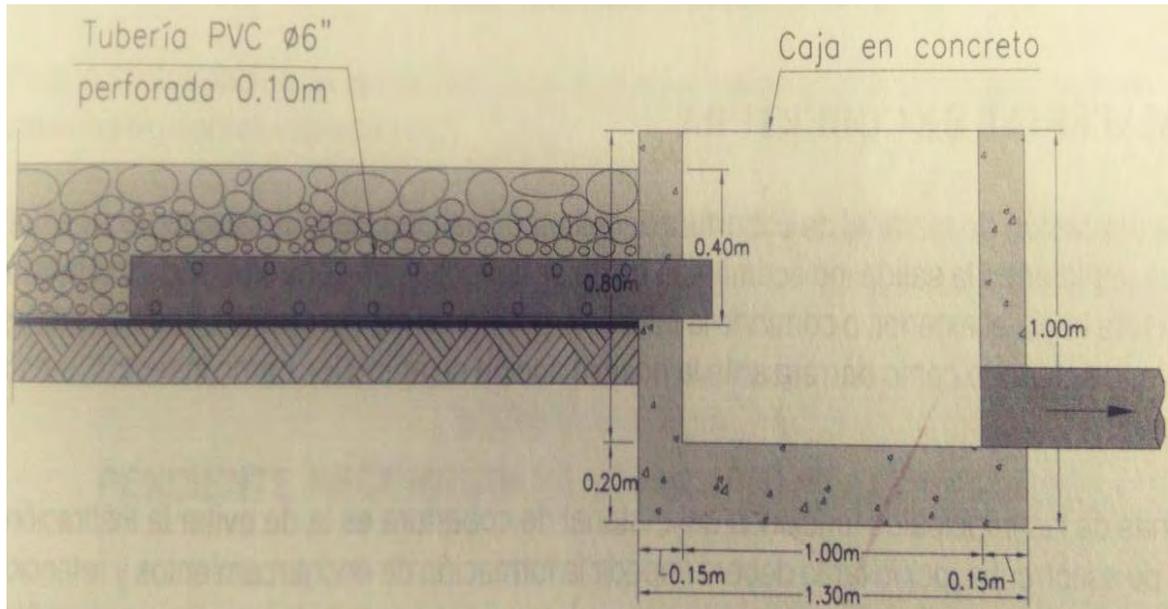
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

### Ilustración 7. Diseño filtro captador de lixiviados



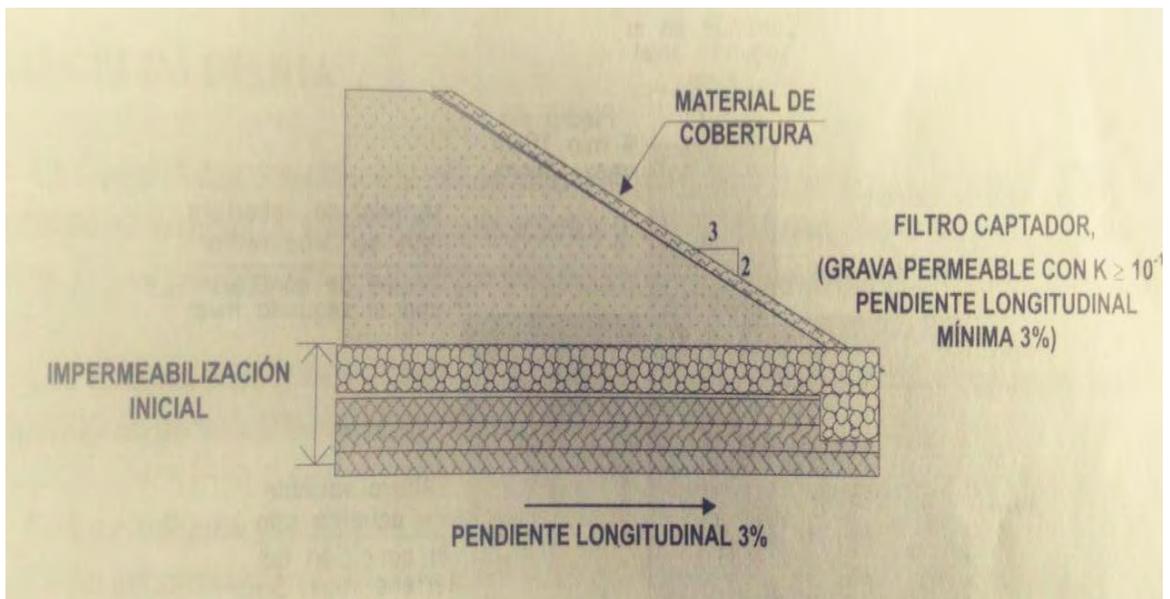
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Pag. 71.

### Ilustración 8. Diseño empalme de filtro al sistema



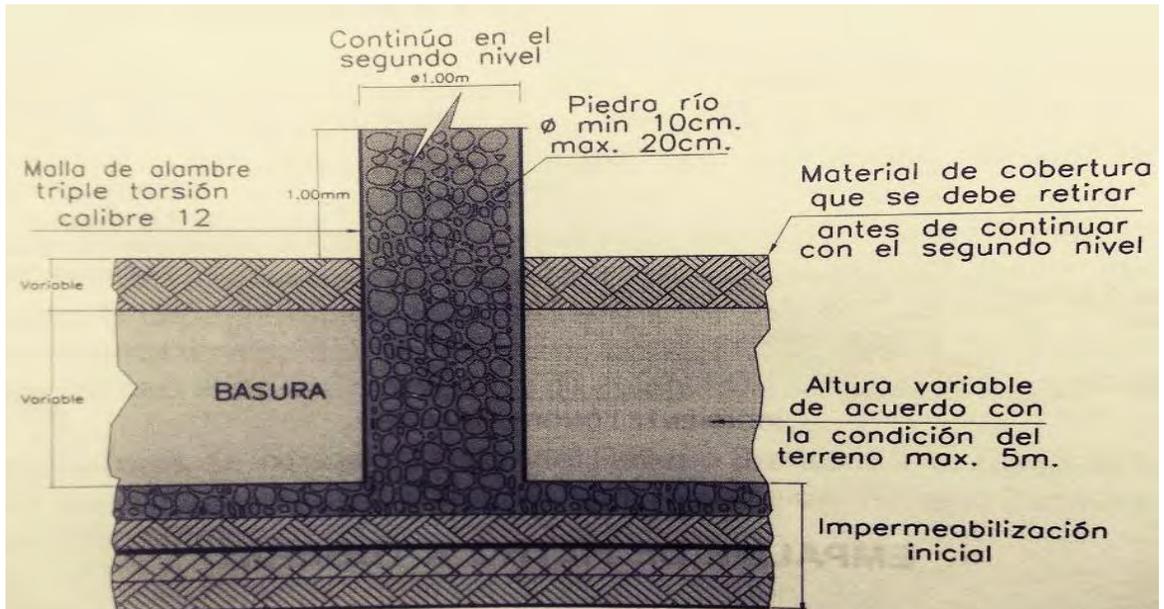
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

### Ilustración 9. Diseño filtro captador de lixiviados



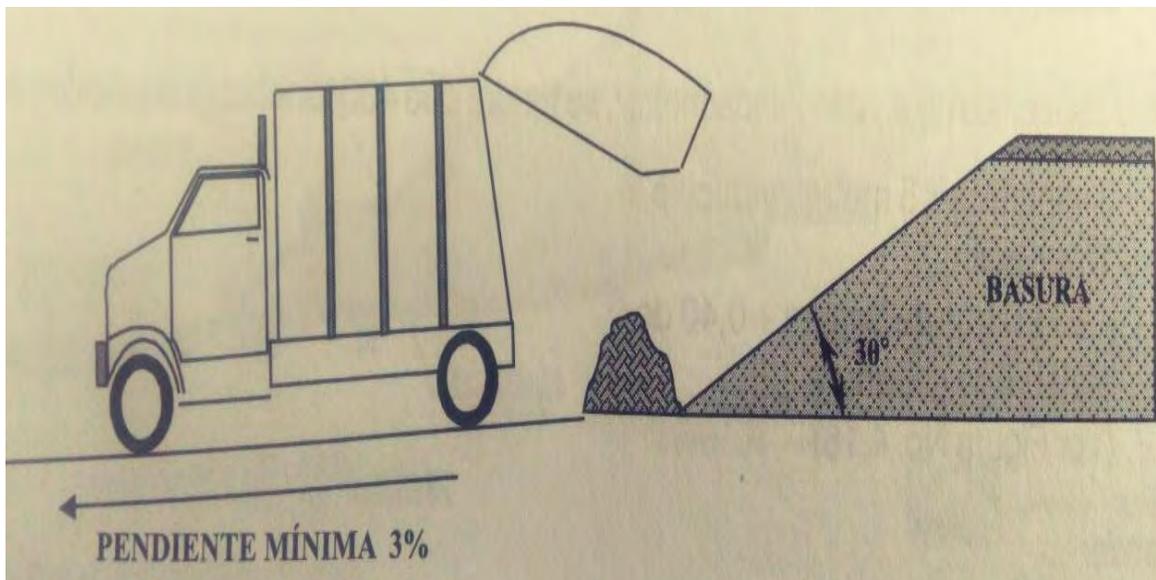
Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Pag. 71.

### Ilustración 10. Diseño chimenea para extracción de gases



Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Pag. 73

### Ilustración 11. Pendiente recomendada en el frente de trabajo de un relleno



Fuente: Collazos Peñaloza, H. (2008). Diseño y operación de rellenos sanitarios. Bogotá, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

**Residuos sólidos:** “los residuos sólidos corresponden a aquellos desperdicios provenientes de actividades cotidianas y que se desechan como inútiles; desde el punto de vista industrial, se definen como materiales o subproductos sin valor económico, razón por la cual también se desechan.”<sup>6</sup> Dada su condición, estos residuos se constituyen en un contaminante ya que no se logran integrar a los ciclos, flujos y procesos ecológicos normales.

Son todos los desechos que proceden de actividades humanas y de animales que en su mayoría son sólidos y se desechan como inútiles o indeseados. Estos residuos sólidos se clasifican de acuerdo con la fuente de producción y las actividades generadoras como se muestra en la siguiente tabla 3;

**Tabla 3. Clasificación de los residuos sólidos**

FUENTE	ACTIVIDADES GENERACIÓN DE	TIPO DE RESIDUOS SÓLIDOS
Doméstica	Viviendas aisladas y bloques de baja, mediana y elevada altura, etc., unifamiliares y multifamiliares.	Residuos de comida, papel, cartón, plásticos, textiles, residuos de jardín, madera, vidrio, hojalata, aluminio, otros metales, cenizas, hojas en la calle, residuos especiales (artículos voluminosos, electrodomésticos, residuos de jardín recogidos separadamente, baterías, pilas, aceite, neumáticos), residuos peligrosos.
Comercial	Tiendas, restaurantes, moteles, mercados, edificios de oficinas, hoteles, imprentas, gasolineras, Talleres mecánicos, etc.	Papel, cartón, plásticos, madera residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
Institucional	Escuelas, hospitales, cárceles, centros gubernamentales.	Papel, cartón, plásticos, madera residuos de comida, vidrio, metales, residuos especiales, residuos peligrosos, etc.
Construcción y demoliciones	Lugares nuevos de construcción, lugares de reparación/renovación de carreteras, demolición de edificios, pavimentos rotos.	Madera, acero, hormigón, suciedad, etc.

<sup>6</sup> TCHOBANOGLOUS, George. (2007). Gestión integral de residuos sólidos. Volumen 1. México: McGraw-Hill.

Servicios municipales	Limpieza de calles, paisajismo, limpieza de cuencas, parques y playas, otras zonas de recreo.	Residuos especiales, basura, barreduras de la calle, recortes de árboles y plantas, residuos de cuencas, residuos generales de parques, playas y zonas de recreo.
Plantas de tratamiento	Agua residuales y proceso de tratamiento industrial, etc.	Residuos de plantas de tratamiento, compuestos principalmente de fangos.
Residuos sólidos urbanos	Todos los anteriores y siguientes.	Todos los anteriores y siguientes.
Industrial	Construcción, fabricación ligera y pesada, refinerías, plantas químicas, centrales térmicas, demolición, etc.	Residuos de procesos industriales, materiales de chatarra, etc. Residuos no industriales incluyendo residuos de comida, basura, cenizas, residuos de Demolición y construcción, residuos especiales, residuos peligrosos.
Agrícolas	Cosechas de campo, árboles frutales, viñedos, ganadería intensiva, granjas, etc.	Residuos de comida, residuos agrícolas, basura, residuos peligrosos.

Fuente: Gestión Integral de Residuos Sólidos. George Tchobanoglous. 2.007.

### Composición de los residuos sólidos:

**“Por su origen:** domiciliarios, comerciales, sanitarios, de construcción, industriales, peligrosos urbanos y peligrosos de origen doméstico.

**Por su composición física:** orgánicos, material inorgánico, como plástico, vidrio, metales, lata, cueros, textiles, roca.

**Por sus características:** patógenos, tóxicos, combustible e inflamables, radioactivos, explosivos, volátiles.

**Por su composición química:** carbono, nitrógeno, fósforo, oxígeno, humedad, materia volátil, materia fija”<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> FLOREZ, J. (2009). Estudio de caracterización de los residuos sólidos. PROYECTO L1C2-120 FPA: Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas. Municipalidad Distrital de las Lomas. Peru.

### 3. DIAGNÓSTICO SERVICIO DE ASEO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA

Al igual que los servicios de Acueducto y Alcantarillado, el servicio de Aseo en el casco urbano del Municipio de Guaitarilla es suministrado por EMPOGUAITARILLA E.S.P. Se tienen registrados a corte de diciembre de 2016, 1050 suscriptores, con una cobertura del 100%, el servicio se presta sólo al casco urbano.

La empresa presta los servicios de barrido, limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos en el relleno sanitario Antanas, de la ciudad de Pasto; el servicio es sólo para el casco urbano.

El municipio cuenta con un relleno sanitario, actualmente clausurado y un espacio destinado para el funcionamiento de una planta de aprovechamiento de residuos sólidos.

El lote donde se encuentra ubicado el relleno y la planta de compostaje corresponde a la vereda Girardot del Municipio de Guaitarilla.

Para la descripción del diagnóstico técnico del servicio de aseo se consultó el informe técnico del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS – Periodo 2013 y la información suministrada por EMPOGUAITARILLA E.S.P.

**Caracterización y producción de residuos sólidos:** de acuerdo al Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS, la caracterización de residuos sólidos se realizó de acuerdo con el numeral F.1.4 del RAS -2000, donde se separan la cantidad de residuos sólidos inorgánicos producidos (% peso respecto a la cantidad total de residuos), valores por tipo de residuos (vidrio, metal, plástico, etc.).

En la siguiente tabla 4-5, se presenta la caracterización de los residuos sólidos generados en el casco urbano del Municipio de Guaitarilla.

**Tabla 4. Caracterización de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos**

TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD DIARIA (Kg)	CANTIDAD SEMANAL (Kg)	CANTIDAD MENSUAL (Kg)	CANTIDAD ANUAL (Kg)	PORCENTAJE ANUAL (%)
Orgánico	656	4592	19680	236160	79.3
Papel	5.5	39	156	1872	0.6
Vidrio	53.8	377	1508	18092	6.0
Plástico	7.4	52	208	2496	0.8
Metales	6.3	44.5	178	2136	0.7
Otros	109.2	765	3060	36720	12.3
<b>TOTAL</b>	<b>885.3</b>	<b>5870</b>	<b>24790</b>	<b>297480</b>	<b>100.0</b>

Fuente: PGIRS Municipio de Guaitarilla, 2013.

**Tabla 5. Composición física de los residuos sólidos producidos**

Tipo de material	Producción Kg/día	Kg/Mes	Ton/Mes	% en peso
<b>Orgánicos fácilmente biodegradables</b>				
Residuos de alimentos	1320,7	5282.8	39,62	41,53
Podas y cortes prado	934,9	3739.6	28,05	29,4
Residuos agrícolas	213,1	852.4	6,39	6,7
<b>Subtotal (RSO)</b>	<b>2.468,6</b>	<b>9874.8</b>	<b>74,06</b>	<b>77,63</b>
<b>Inorgánicos</b>				
Papel y cartón	193,98	7775.92	5,82	6,1
Vidrio	98,58	394.32	2,96	3,1
Plástico	98,26	393.04	2,95	3,09
Metales	28,62	114.48	0,86	0,9
Otros aprovechables	12,72	50.88	0,38	0,4
<b>Subtotal (RSI)</b>	<b>432,16</b>	<b>1728.64</b>	<b>12,96</b>	<b>13,59</b>
No aprovechables	279,20	1116.8	8,38	8,78
<b>TOTAL</b>	<b>3.180,00</b>	<b>12720</b>	<b>95,40</b>	<b>100</b>

Fuente: PGIRS Municipio de Guaitarilla.2013

De acuerdo a los resultados presentados se infiere que el porcentaje anual de producción de residuos orgánicos es del 79,3% y residuos inorgánicos corresponde a 20,7%. Frente a esta caracterización, se evidencia el potencial que

representa para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos, destinados para la producción de abono orgánico.

Para el año 2015, la cantidad de residuos sólidos que se depositaron en el relleno sanitario fueron de 24 Ton/mes, de las cuales 18 Ton/mes son residuos orgánicos aprovechables para compostaje y 6 Ton/mes de residuos sólidos inorgánicos para reciclaje y disposición final. La presentación de los residuos sólidos, en su gran mayoría son en estopas (sacas) y bolsas plásticas, algunas viviendas presentan sus residuos en canecas.

**Rutas y frecuencia de recolección:** el sistema de recolección y transporte está diseñado para separar los residuos orgánicos de los inorgánicos. La frecuencia del servicio es de dos veces por semana, el día lunes se realiza la recolección de los residuos sólidos orgánicos y el día jueves, se realiza la recolección de los residuos sólidos ordinarios y comunes. Los residuos recolectados son transportados en una volqueta oficial de propiedad del municipio y su disposición final es en el relleno sanitario Antanas de la ciudad de Pasto. El servicio de aseo se presta sólo al casco urbano, con una cobertura del 100%.

**Barrido de vías y limpieza de áreas públicas:** el barrido se realiza en el municipio durante toda la semana, con horarios variables dependiendo de las tareas asignadas a los operarios.

Para el barrido de la plaza de mercado se tienen destinados 2 operarios, que realizan la actividad el día domingo de 3:00 pm. a 9:00 p.m. El Barrido de las vías públicas se realiza a través de 2 funcionarios, para ello se tienen estructuradas 4 198 jornadas de trabajo durante la semana que inician a las 8:00 a.m. y finalizan 6:00 p.m. Para el barrido de la plaza La Revolución Comunera, se realiza con la ayuda de un operario todos los días, incluyen las actividades de mantenimiento del sector.

Los implementos utilizados para el barrido y limpieza de áreas públicas son los siguientes: carros papeleros, recogedores, escobas y bolsas plásticas. La dotación para la protección personal que tienen cada uno de los operarios es: guantes de caucho, tapabocas y el overol de trabajo.

**Recolección, transporte y disposición de residuos sólidos:** el número total de suscriptores atendidos, año 2015, por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos es de 1025, estos son reportados por EMPOGUAITARILLA E.S.P. La cantidad de residuos generados, en promedio, es de 24 Ton/mes.

Para la recolección y transporte se utiliza una volqueta que tiene una capacidad de 7,7 m<sup>3</sup>, de propiedad del municipio; para la recolección se emplean 3 operarios.

Las características del vehículo recolector son: capacidad volqueta con volcó trasero marca: Internacional, motor: DT, combustible: diesel, placa: SDO 278, color: rojo modelo: 98.

Los residuos sólidos son transportados hacia el relleno sanitario Antanas, de la ciudad de Pasto, para su disposición final.

**Relleno sanitario del municipio de Guaitarilla:** el Municipio de Guaitarilla, cuenta con un relleno sanitario, actualmente clausurado, el cual se encuentra ubicado al sur oriente del municipio, en la Vereda Girardot. Colinda con las veredas El Cid, Motilón, San Alejandro, El Cabuyo, La Cocha, El Rosario del Inga y el Municipio de Imués. Se localiza a una distancia de 5,8 Km del casco urbano.

Mediante Resolución No. 658 del 9 de noviembre de 2005 y Expediente Nro. 2386; CORPONARIÑO Otorga la Licencia Ambiental para el proyecto denominado "Manejo Integral de Residuos Sólidos" Municipio de Guaitarilla. De acuerdo con dicha resolución resuelve dar viabilidad ambiental para la operación del relleno.

El predio donde se encuentra ubicado el relleno sanitario y la planta de compostaje cuenta con un área de 6.120 m<sup>2</sup> y un perímetro de 322 m<sup>2</sup>.

Los resultados de la observación llevada a cabo en las visitas previas y en los trabajos de campo permite afirmar que el relleno sanitario tiene las instalaciones en buenas condiciones, posteriormente se calculó su capacidad de vida útil para su posible reapertura.

Para este estudio se usó las celdas que posee el relleno de tipo rampa y fosa, con tubería de gases en espina de pescado de 4" de diámetro y las respectivas chimeneas.

Se anexan para su detalle, 4 planos tamaño pliego, que se describen a continuación:

- Plano 1.- Levantamiento Topográfico del predio donde se encuentra el relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250
- Plano 2.- Red Sanitaria y conducción de lixiviados, en los tres vasos del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250
- Plano 3.- Canales perimetrales que recogen las aguas lluvias del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250
- Plano 4.- Vista de Planta, cortes y detalles específicos (Canales, chimeneas, fosas), del relleno sanitario de Municipio de Guaitarilla. Escala 1:100

De acuerdo a las inspecciones realizadas y a los planos levantados, se pudo evidenciar que el relleno sanitario cuenta con tres vasos que se describen a continuación

### **Vaso número 1:**

El vaso 1 se encuentra ya clausurado y en proceso de recuperación, sus dimensiones son las siguientes: 32 m de largo, 14 m de ancho, 5.5 m de alto y un volumen de 2465 metros cúbicos. Cuenta con 5 chimeneas; su tiempo de operación y disposición fue de 4 años.

Para su remediación y recuperación ambiental, este vaso tiene sembradas varias especies de árboles ornamentales tales como el Quillotocto, Sauce y Acacia.

### **Vaso número 2:**

Este vaso también se encuentra clausurado, operó hasta el año 2014, cuando se efectuó el cierre definitivo del relleno, de acuerdo a las observaciones, este vaso ya se encuentra sobre su capacidad máxima de almacenamiento. Sus dimensiones son las siguientes: 21 m de largo, 13 m de ancho, 5.5 m de alto y un volumen de 1524 metros cúbicos.

El vaso 2 tiene instalado varias chimeneas verticales para la extracción de gases, las cuales son en tubería de PVC Ø 4", llenas de grava; las capas que se encuentran conformadas tienen las siguientes características: capa subbase, 60 cm de arcilla compactada; capa sintética, geomembrana calibre 40; capa de drenaje con arena de 20 cm de espesor y capa vegetal como cobertura con 60 cm de capa vegetal y siembra de árboles ornamentales.

### **Vaso número 3:**

Este vaso se encuentra actualmente disponible y se puede adecuar y acondicionar para su puesta en operación, en caso de tener reapertura el relleno sanitario del Municipio. Posee un volumen aproximado de 2038 metros cúbicos. Se estima una duración entre 4 y 5 años para colmatar su capacidad.

**Volumen y área de un relleno sanitario:** el volumen del relleno sanitario es calculado anualmente, la recomendación es hacer una sumatoria acumulativa hasta el final de la vida útil. "El volumen necesario para un relleno sanitario depende de: la cantidad de desechos sólidos recolectados al día, la densidad de los desechos sólidos y la cantidad de material cobertura, esto es, un 20 a 25% del volumen estabilizado de desechos sólidos".

Considerando el tiempo de vida útil del relleno, el autor menciona que lo ideal es hacer como mínimo una proyección de cinco años, máximo de diez; sin embargo, hay casos en que se hace para menos años, según las condiciones del terreno disponible.

**Determinación de la vida útil del relleno sanitario:** este concepto tiene que ver con el tiempo de operación del relleno y con el volumen del mismo, cómo opera y la cantidad de residuos a compactar. “La cantidad depende de aspectos fundamentales como: grado de compactación, los residuos generados per cápita, los que pueden generar otras fuentes, la población y la eficiencia del sistema de recolección”

Se presenta a continuación el resumen del cálculo de la vida útil del Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla que se presentó en el diseño inicial, año 2003.

Como se puede observar, el diseño de los tres vasos del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla, teniendo en cuenta el área y la producción anual de la población, se estimó una vida útil total de 16 años. Como ya se han colmatado dos vasos, en los once años de funcionamiento, (2004-2014), quedan apenas entre 5 y 6 años para la disposición de los residuos sólidos en el vaso 3. (Ver tabla 6).

**Tabla 6. Cuadro general de la vida útil relleno sanitario Guaitarilla**

AÑO	PRODUCC.	PRODUCC.	PRODUCC.	M3 MAT. A ENTERRAR	M3 MATERIAL DE COBERTURA 20%	M3 MAT. A ENTERRAR MAS MAT. DE COB.	M3 MAT. A ENTERRAR FACT DE COMPC	M3 RESIDUOS ACUMULADOS	% RESIDUOSACU AÑO TRAS AÑO
	M3/diario	M3/Mes	M3/Anual						
2004	6,135	60.120	2.239,28	447,86	44,79	492,6	369,48	402,96	5,37
2005	6,273	60.150	2.289,66	457,93	45,79	503,7	377,79	780,75	10,41
2006	6,414	60.180	2.341,18	468,24	46,82	515,1	386,29	1.167,05	15,56
2007	6,558	60.210	2.393,85	478,77	47,88	526,6	394,99	1.562,03	20,83
2008	6,706	60.240	2.447,71	489,54	48,95	538,5	403,87	1.965,91	26,21
2009	6,857	60.270	2.502,79	500,56	50,06	550,6	412,96	2.378,87	31,72
2010	7,011	60.300	2.559,10	522,82	51,18	563,0	422,25	2.801,12	37,35
2011	7,169	60.330	2.616,18	523,34	52,33	575,7	431,75	3.232,87	43,1
2012	7,330	60.360	2.675,56	535,11	53,51	588,6	441,47	3.674,34	48,99
2013	7,495	60.390	2.735,76	547,15	54,72	601,9	451,4	4.125,74	55,01
2014	7,664	60.420	2.797,31	559,46	55,95	615,4	461,56	4.587,29	61,16
2015	7,836	60.450	2.860,25	572,05	57,2	629,3	471,94	5.059,23	67,46
2016	8,013	60.480	2.924,61	584,92	58,49	643,4	482,56	5.541,79	73,89
2017	8,193	60.510	2.990,41	598,08	59,81	657,9	493,42	6.035,21	80,47
2018	8,377	60.540	3.057,69	611,54	61,15	672,7	504,52	6.539,73	87,2
2019	8,566	60.570	3.126,49	625,30	62,53	687,8	515,87	7.055,60	94,07

TOTAL, AÑOS DE VIDA ÚTIL RELLENO SANITARIO	16 AÑOS					
TOTAL, DE CAPACIDAD DE RELLENO SANITARIO EN PORCENTAJE	97,07%					
<table border="1"> <tr> <td>CELDAS DE 6m X 4m X 1m = 20 M3</td> </tr> <tr> <td>OTROS (RESIDUOS QUE VAN AL RELLENO SANITARIO) = 8,78%</td> </tr> <tr> <td>FACTOR DE HUMEDAD = 0,274</td> </tr> <tr> <td>FACTOR DE COMPACTACION =10%</td> </tr> <tr> <td>EXTENSIÓN DEL RELLENO SANITARIO = 1000M2</td> </tr> </table>		CELDAS DE 6m X 4m X 1m = 20 M3	OTROS (RESIDUOS QUE VAN AL RELLENO SANITARIO) = 8,78%	FACTOR DE HUMEDAD = 0,274	FACTOR DE COMPACTACION =10%	EXTENSIÓN DEL RELLENO SANITARIO = 1000M2
CELDAS DE 6m X 4m X 1m = 20 M3						
OTROS (RESIDUOS QUE VAN AL RELLENO SANITARIO) = 8,78%						
FACTOR DE HUMEDAD = 0,274						
FACTOR DE COMPACTACION =10%						
EXTENSIÓN DEL RELLENO SANITARIO = 1000M2						

Fuente: Diseño de rellenos sanitarios. Guaitarilla, (2003)

**Impacto ambiental del relleno sanitario:** “de todos los efectos perjudiciales para el ambiente, el más serio de todos es el provocado sobre las aguas superficiales por su vertimiento en ríos, quebradas o cualquier otro cuerpo de agua, pues estos aumentan de manera considerable la carga orgánica, disminuyen el oxígeno disuelto presente en el agua y aumenta los nutrientes, lo que provoca aumento descontrolado de algas y generación de procesos de eutrofización.” (ESPINOZA Lloréns, 2010).

#### 4. MARCO LEGAL RESIDUOS SÓLIDOS

Tabla 7. Normatividad referente a los rellenos sanitarios

NORMA	CONCEPTO
<b>LEYES</b>	
<b>Ley 09-1979</b>	Por la cual se dictan medidas sanitarias. Código Sanitario Nacional
<b>Ley 99-1993</b>	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA – y se dictan otras disposiciones.
<b>Ley 388-1997</b>	Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 3 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Permite al municipio, en ejercicio de su autonomía, promover el ordenamiento de su territorio, el uso equitativo y racional del suelo, la preservación y defensa del patrimonio ecológico y cultural localizado en su ámbito territorial y la prevención de desastres en asentamientos de alto riesgo, así como la ejecución de acciones urbanísticas eficientes.
<b>Ley 1252-2008</b>	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.
<b>Ley 1259-2008</b>	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
<b>DECRETOS</b>	
<b>02 de 1982</b>	MINSALUD. Por el cual se reglamentan parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979 y el Decreto - Ley 2811 de 1974, en cuanto a emisiones atmosféricas.
<b>948 de 1995.</b>	MINAMBIENTE. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto – Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 43, 44, 45, 48 y 49 de la Ley 09 de 1979, y la Ley 99 de 1993 en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.

<b>605 de 1996</b>	Capítulo I del Título IV. MINDESARROLLO. Por el cual se establecen las prohibiciones y sanciones en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo.
<b>1713 de 2002</b>	MINAMBIENTE. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto – Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de residuos sólidos.
<b>1505 de 2003</b>	MINAMBIENTE. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002 en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
<b>838 de 2005</b>	MAVDT. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.
<b>1220 de 2005</b>	MAVDT. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
<b>RESOLUCIONES</b>	
<b>541 de 1994.</b>	MINAMBIENTE. Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y carga orgánica, suelo y subsuelo de excavación.
<b>120 de 2000.</b>	CRA. Por la cual se reglamenta la realización de aforos de residuos sólidos a los usuarios grandes productores por parte de las entidades prestadoras del servicio público domiciliario ordinario de aseo.
<b>0424 de 2001.</b>	MINDESARROLLO. Por la cual se modifica la Resolución 1096 de 2000 de MINDESARROLLO que adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
<b>0058 de 2002.</b>	MINAMBIENTE. Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos.
<b>1045 de 2003.</b>	MINAMBIENTE. Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS y se toman otras determinaciones.
<b>0136 de 2004.</b>	MINAMBIENTE. Por la cual se establecen los procedimientos para solicitar ante las autoridades ambientales competentes la acreditación o certificación de las inversiones de control y mejoramiento del medio ambiente.

Fuente: RAS, (2017)

## 5. ANTECEDENTES REFERENCIALES

Para incentivar el manejo adecuado de residuos sólidos, de acuerdo con las normas y los planes de desarrollo de los municipios, varias investigaciones han propuesto alternativas viables desde el punto de vista ambiental, sanitario, social y económico. Algunos de los resultados de estos trabajos y las metodologías aplicadas, se usarán como base para identificar las alternativas de recuperación del relleno sanitario municipal. Al respecto, se tienen en cuenta los siguientes trabajos de investigaciones relacionados con la problemática de los rellenos sanitarios.

Según NOGUERA<sup>8</sup>, “la problemática ambiental de los residuos sólidos ha tomado fuerza en los últimos años, y se ha reglamentado a través del tiempo su recolección, transporte, tratamiento y disposición final”. Al respecto, señalan que, si existe un sistema inadecuado, por ejemplo, en el caso de los botaderos a cielo abierto, la norma exige cerrar aquellos rellenos que no cumplan las indicaciones mínimas en la resolución 1045 de 2003. De acuerdo con el diseño de planes para el manejo de residuos sólidos (PGIRS) en el país, deben existir unas operaciones y disposiciones encaminadas a destinar adecuadamente dichos residuos con base a la norma y encargarse de llevar a cabo una adecuada supervisión de su normal funcionamiento. Para esto, es el gobierno y la comunidad quienes se encargarán de mostrar los resultados esperados para la correcta disposición de los residuos. “En el relleno Sanitario Intermunicipal Rioverde<sup>9</sup> Contemplan la aplicación de tecnologías eficientes para la disposición final de los residuos sólidos de origen municipal”. Aplicando técnicas de ingeniería tanto para la construcción del relleno sanitario como de control ambiental para prevenir y mitigar impactos ambientales; así mismo se establecen actividades de mantenimiento y de seguridad del sitio. El estudio presenta al relleno sanitario como una técnica de control de la disposición final de desechos sólidos en el suelo que no causa molestias ni peligros para la salud y seguridad pública, tampoco perjudica el medio ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo. (Ver tabla 8)

---

<sup>8</sup> NOGUERA, Óp. Cit.

<sup>9</sup> SÁNCHEZ, Maldonado, J. I., & RODRÍGUEZ Martínez, S. (2014). Relleno Sanitario Intermunicipal Rioverde - Cd. Fernández. Unidad académica multidisciplinaria zona media relleno sanitario.

**Tabla 8. Antecedentes relleno sanitario municipio de Guaitarilla**

FECHA	REFERENCIA - ASUNTO	DIRIGIDO A:	TOMADO DE /SOLICITADO POR
Diciembre 29 2009	Plan de Cierre del Micro relleno sanitario de la planta de tratamiento de residuos sólidos, ubicado en la vereda Girardot del Municipio de Guaitarilla.	Yolanda Benavides subdirectora de conocimiento y evaluación ambiental CORPONARIÑO	Edwin Bastidas Administrador EMPOGUAITARILLA E.S.P.
Enero 21 2011	Certifica que por medios radiales se transmiten mensajes de la Empresa de Servicios Públicos de Guaitarilla EMPOGUAITARILLA E.S.P.	-	Yofre Alonso Eraso Portilla director de la Emisora
Enero 25 2011	Solicitud informe aplicación del comparendo ambiental.	Yolanda Benavides subdirectora de conocimiento y evaluación ambiental CORPONARIÑO	Sección archivo y correspondencia de CORPONARIÑO
Enero 25 2011	Informe comparendo ambiental	Yolanda Benavides R. subdirectora de conocimiento y evaluación ambiental CORPONARIÑO	Edwin Alexander Bastidas Administrador EMPOGUAITARILLA E.S.P.
Mayo11 2012	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final	Luis Carlos Melo Gerente-EMPOGUAITARILLA	Yolanda Benavides subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Mayo11 2012	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final	Mario Vicente Madroño Alcalde Municipal	Yolanda Benavides subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO

Octubre 2 2012	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final	Luis Carlos Melo Gerente- EMPOGUAITARI LLA	Armando Arroyo subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Noviembre 3 2013	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final	Luis Carlos Melo Gerente- EMPOGUAITARI LLA	Eduardo de los Ríos Ordoñez subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Noviembre 3 2013	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final	Mario Vicente Madroñero Alcalde Municipal	Eduardo de los Ríos Ordoñez subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Abril 14 2014	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final-Expediente 2386/2005	Luis Carlos Melo Gerente- EMPOGUAITARI LLA	Álvaro Albornoz subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Agosto 28 2014	Seguimiento y control de la implementación del PGIRS y Disposición final-Expediente 2386/2005	Mario Vicente Madroñero Alcalde Municipal	Álvaro Albornoz subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO
Octubre 19 2016	Respuesta oficio radicado interno 6778-2016 Solicitud información sobre las causas del cierre del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Concepto técnico.	Ruby Criollo Martínez Coordinadora del Proyecto Investigadora del grupo GRAMA Universidad de Nariño	Iván Darío Muñoz subdirector de conocimiento y evaluación Ambiental CORPONARIÑO

Fuente: PGIRS, Municipio de Guaitarilla. Archivo CORPONARIÑO.

- **Diagnóstico y análisis de la situación actual del relleno sanitario**

**Procedencia y condiciones de llegada al relleno sanitario:** las condiciones de llegada de los residuos sólidos al relleno sanitario no son las adecuadas, debido a que la mayoría de la ciudadanía realiza un inadecuado manejo de separación de los residuos domésticos. De acuerdo con la encuesta realizada, el 58,39% de los encuestados depositan los residuos en contenedores cercanos sin ningún tipo de separación. Esto se debe, probablemente a que no se realizan campañas de capacitación o sensibilización.

**Tratamiento de los residuos sólidos:** el método aplicado para la disposición de los residuos en este relleno fue el de enterramiento. Se realizó una excavación con una profundidad aproximada de 5 m de forma rectangular; se instaló una Geomembrana para impermeabilizar del suelo, tubería perforada para la recolección de lixiviados y chimeneas para la extracción de gases.

Antes de ser enterrados los residuos sólidos se les realiza un tratamiento previo, el cual consiste en la separación de los residuos sólidos aprovechables para la comercialización y los no aprovechables para ser enterrados en el relleno. Debido a que la empresa tiene destinados dos días de recolección en la semana; siendo el día lunes la recolección de residuos orgánicos y el día jueves la recolección de residuos sólidos inorgánicos (ordinarios, comunes, entre otros) se facilitan las labores de aprovechamiento.

Sin embargo, los operarios del relleno sanitario manifiestan que no se realiza la separación en la fuente, entregando los residuos mezclados (orgánicos e inorgánicos) dificultando su aprovechamiento.

Los residuos sólidos que no son aprovechables se entierran en las celdas que se van formando, las cuales son cubiertas con material extraído del relleno y compactadas manualmente. Para la estabilización de la celda, se forman muros en gavión con costales o sacas plásticas llenas de residuos sólidos compactados.

La operación en cuanto a dimensionamiento, compactación y cubrimiento de cada celda no está cumpliendo las normas establecidas en el RAS – 2000 ítem F.6.4.5.1, la altura máxima de la celda diaria debe ser de 3 m. incluido el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido. No se han presentado estudios de estabilidad, según ítem F.6.4.5.3, la cobertura debe hacerse como mínimo una vez por cada día de operación.

Debido a que no se cuenta con planos del relleno sanitario no se puede determinar los componentes técnicos de diseño.

### **Los problemas que se evidencian en el relleno sanitario:**

- No se cuenta con sistemas de drenaje de aguas lluvias en el área periférica al relleno.
- Residuos sólidos expuestos, lo que genera proliferación de vectores.
- Mezcla de aguas lluvias con lixiviados.
- Se evidencian problemas para la separación en la fuente por parte del Usuario, lo que dificulta su separación.

Según consta en el estudio “Caracterización Ambiental de Nariño, CORPONARIÑO – 2010”, la vida útil del relleno sanitario, en su vaso 3, es aproximadamente entre 4 y 5 años.

Tecnologías usadas para la separación y aprovechamiento de residuos sólidos en planta.

El relleno sanitario cuenta con una planta de separación y compostaje de residuos sólidos dentro de sus instalaciones, donde se realizaba el aprovechamiento de estos. Los residuos no aprovechables eran depositados en los vasos del relleno y posteriormente cubiertos y compactos con material de sitio.

El relleno sanitario cuenta con filtros para la recolección y el manejo de lixiviados, estos filtros se conectan a la red principal que llega hasta el tanque de almacenamiento de lixiviados, los cuales se recirculaban mediante motobombas cada 8 días hacia la celda.

El relleno sanitario cuenta con chimeneas para la extracción de gases, elaborados en malla rajón y piedra, los cuales no contaban con su respectivo capuchón para protección del ingreso de agua lluvia o sólidos que puedan obstruir la salida de gas. Además, Las instalaciones del relleno cuentan con cerramiento perimetral que identifica sus límites, vías de llegada y planta de compostaje.

**Condiciones de operación y mantenimiento:** de acuerdo con las actas e informes de visita de CORPONARIÑO, el cierre se dio por la falta de las condiciones mínimas de normativa. Los procedimientos adoptados con el propósito de la reapertura del relleno no fueron suficientemente óptimos para conseguirlo, el poco mantenimiento que recibía el relleno sanitario y la falta de capacitación de los operadores para la puesta en marcha y la operación correcta de las tecnologías usadas en planta. Los procedimientos mal llevados, en el relleno fueron la causa principal de la aparición de vectores y malos olores, cubrimiento y compactación de manera inadecuada, chimeneas para evacuación de gases sin su respectivo capuchón, mal manejo de lixiviados (desbordamiento de lixiviados), entre muchos otros. Es evidenciado por CORPONARIÑO, en el formato informe concepto técnico e informe de control y monitoreo, 2014.

A la fecha, la recolección de residuos sólidos en el municipio de Guaitarilla se realiza dos veces por semana para posteriormente ser enviados y dispuestos en el Relleno Sanitario Antanas de la ciudad de Pasto. Para ello el municipio de Guaitarilla cuenta con un convenio administrativo con la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS de la ciudad de Pasto.

**Identificación de esquemas de seguimiento:** en la revisión documental no se encontró reporte de esquemas de seguimiento desarrollados por las entidades encargadas, ni por el municipio. De igual forma, en las entrevistas adelantadas al personal de la empresa y a vecinos del sector del relleno sanitario se informó que no se realizaban procesos de seguimiento.

La corporación autónoma regional CORPONARIÑO, por su parte realizaba inspección y seguimiento a las condiciones de funcionamiento del relleno sanitario, como resultado de estos procedimientos la corporación levantaba actas de visita y emitía informes de los resultados de la inspección.

En la actualidad el municipio de Guaitarilla cuenta con un convenio administrativo con la Empresa Metropolitana de Aseo EMAS de la ciudad de Pasto, la cual recibe los residuos para su disposición final en el Relleno Sanitario de Antanas. Por lo anterior el Municipio está obligado a hacer seguimiento al proceso de disposición final. Ya que en el Municipio se realiza el proceso de recolección y transporte debería hacer seguimiento a estos procesos. Al respecto, de acuerdo con las entrevistas no se adelantan procesos de seguimiento o monitoreo a ninguna de las actividades de la empresa.

Se presenta en los anexos un Registro Fotográfico de las condiciones actuales del Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla con el fin de identificar sus componentes y observar la situación presente.

**Manejo y tratamiento de lixiviados y gases:** se tienen instalados canales cubiertos con Geotextil y tuberías perforadas para el drenaje y recolección de lixiviados. Los lixiviados generados, son almacenados en dos tanques de concreto de 6,4 m<sup>3</sup>, desde los tanques se realiza la recirculación cuando alcanza los niveles máximos de almacenamiento. En épocas de invierno se realiza la recirculación diariamente y en época de verano dos veces por semana.

Como único tratamiento que se realiza es el proceso de recirculación de lixiviados y mediante aspersion se depositan en toda el área del relleno, permitiendo la evaporación y su tratamiento; después de pasar por un proceso continuo de recirculación, se disminuye las concentraciones de DBO, actuando el relleno como reactor biológico.

El equipo de bombeo utilizado para la recirculación de lixiviados tiene las siguientes características:

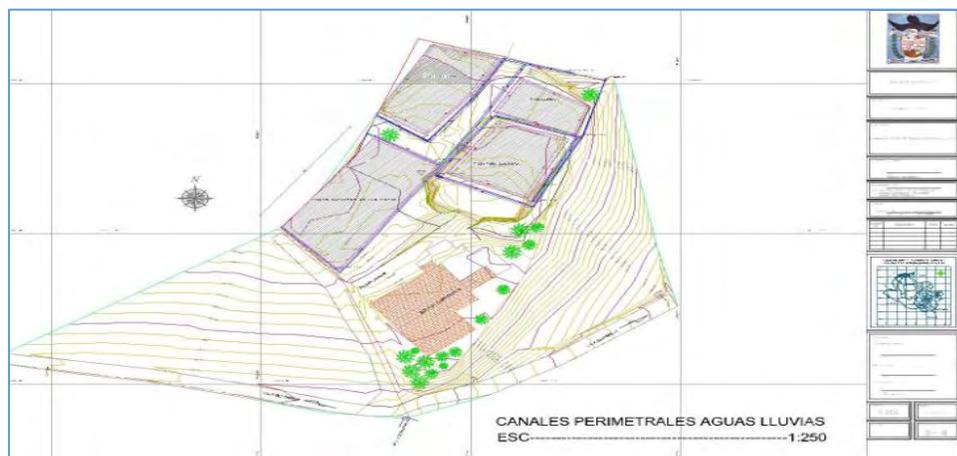
- Modelo F 400; Peso 52 Kg.; Potencia Mínima 5,66 KW (7,7 HP); Potencia Máxima 6,22 KW (8,5 HP); Funcionamiento con Diesel.
- Para la extracción de gases se tienen instaladas chimeneas verticales en tubería PVC de Ø 4" y Guaduas, las cuales están empotradas llenas de grava.

EMPOGUAITARILLA E.S.P., no ha realizado caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas y cuantificación de lixiviados que se generan.

**Capacidad actual del relleno sanitario:** a partir de los datos proporcionados por el DANE y el PGIRS, de los años 2015 y 2013, y del POT en el periodo 2016 – 2017, se logra concluir que para los años 2013 el cálculo de vida útil del relleno con reciclaje superaba los nueve años mientras que para los años 2016 y 2017 sin reciclaje podría ser solo superior a tres años mientras que con reciclaje se incrementaba hasta el doble llegando a más de 5 años, por lo cual se observa claramente la importancia de la implementación de un programa de reciclaje.

Si el Relleno Sanitario se utilizara con tratamiento o reciclaje de residuos sólidos, el tiempo de vida y servicio del relleno sanitario sería aproximadamente 5 a 6 años, ya que la tasa de crecimiento de la población aumenta, lo que hace que la capacidad disminuya cada año. (Ver ilustración 12)

### **Ilustración 12. Esquema topográfico relleno sanitario Guaitarilla, con sus respectivos vasos**



Fuente: Empoguitarilla

**Responsabilidades:** los principales responsables del estado del relleno Guaitarillense, son la Alcaldía Municipal y la Empresa de Servicios Públicos y Aseo EMPOGUATARILLA, la función de estas dos entidades es velar por las condiciones de bienestar y sanidad de la comunidad de Guaitarilla, por su parte es la empresa de aseo la encargada de la recolección y disposición final de los residuos sólidos.

La empresa de servicios públicos EMPOGUAITARILLA, dirigida por un gerente encargado, tiene una estructura con un personal de contabilidad, oficinas, recaudadores, fontaneros, personal de limpieza y aseo, recolectores de basuras y operarios de vehículos, formando así la empresa prestadora de servicios, la cual a su vez recolecta, recoge, transporta y remite los residuos sólidos hacia el relleno Antanas del municipio de San Juan de Pasto.

El proceso de reciclaje es llevado por la empresa recicladora del municipio, en un 20 % de la población, que de manera comprometida hace reciclaje de residuos como papeles, periódicos, cartón, embaces, vidrios, latas, hierro y cobre. Son comercializados por la empresa recicladora del señor Fabiano de la Portilla, quien se inició en el mercado en este año.

## **6. MANUAL DE OPERACIÓN**

El Manual de Operación del Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla se presenta en los anexos como Documento soporte en esta investigación.

Contiene las siguientes partes:

- Tipo y cantidad de residuos sólidos a recibir
- Personal
- Supervisor del Servicio de Aseo
- Obreros o trabajadores
- Equipo y herramientas de trabajo
- Disposición de los residuos sólidos

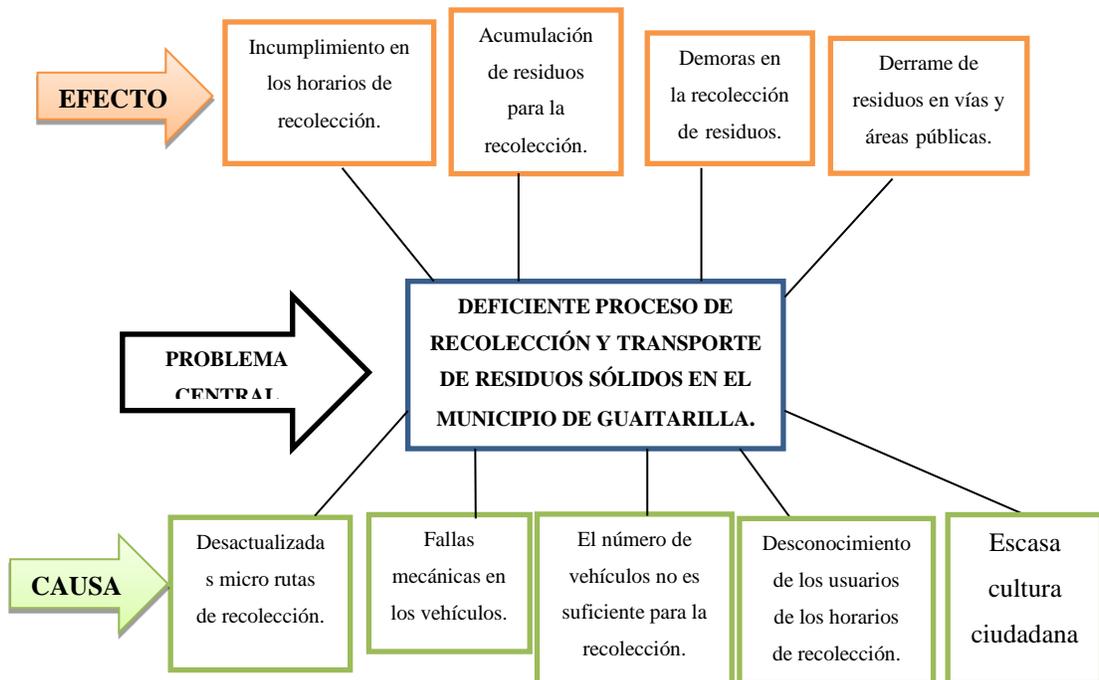
## 7. PRESENTACIÓN DE ANÁLISIS GENERAL

Con la información obtenida en las encuestas, se ha podido establecer el árbol de problemas, permitiendo conocer los principales aspectos en los cuales los responsables del manejo de residuos sólidos están fallando. Se realizó el árbol de objetivos el cual se hace teniendo en cuenta la problemática encontrada, con las metas propuestas y que se espera puedan desarrollarse en bien del municipio y especialmente de su población. Para la identificación de los problemas relacionados con el mal manejo de los residuos sólidos del municipio, de sus causas y efectos, se utilizó la herramienta de Árbol de Problemas establecida en el numeral 2.3 de la Resolución 0754.

### 7.1 ÁRBOL DE PROBLEMAS

#### 7.1.1 Componente: generación de residuos sólidos:

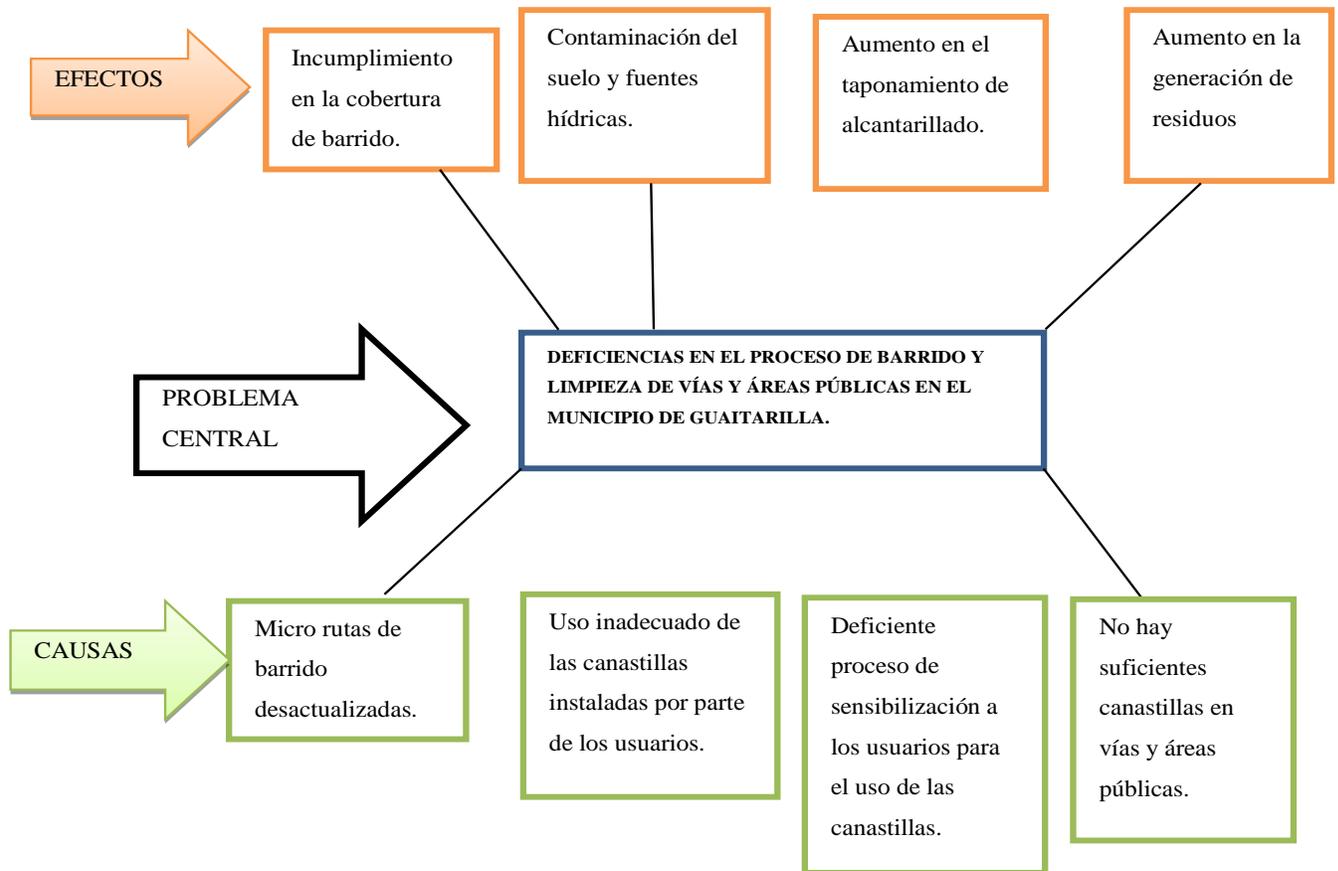
Ilustración 13. Generación de residuos sólidos



## 7.2 ÁRBOL DE OBJETIVOS

### 7.2.1 Aprovechamiento de residuos sólidos

Ilustración 14. Aprovechamiento de residuos sólidos



## 7.3 OBJETIVOS Y METAS

A partir de los resultados del árbol de problemas, planteado en la línea base, se construye el árbol de objetivos que se presenta en las siguientes ilustraciones, teniendo en cuenta que se estructuró por componente del servicio de aseo.

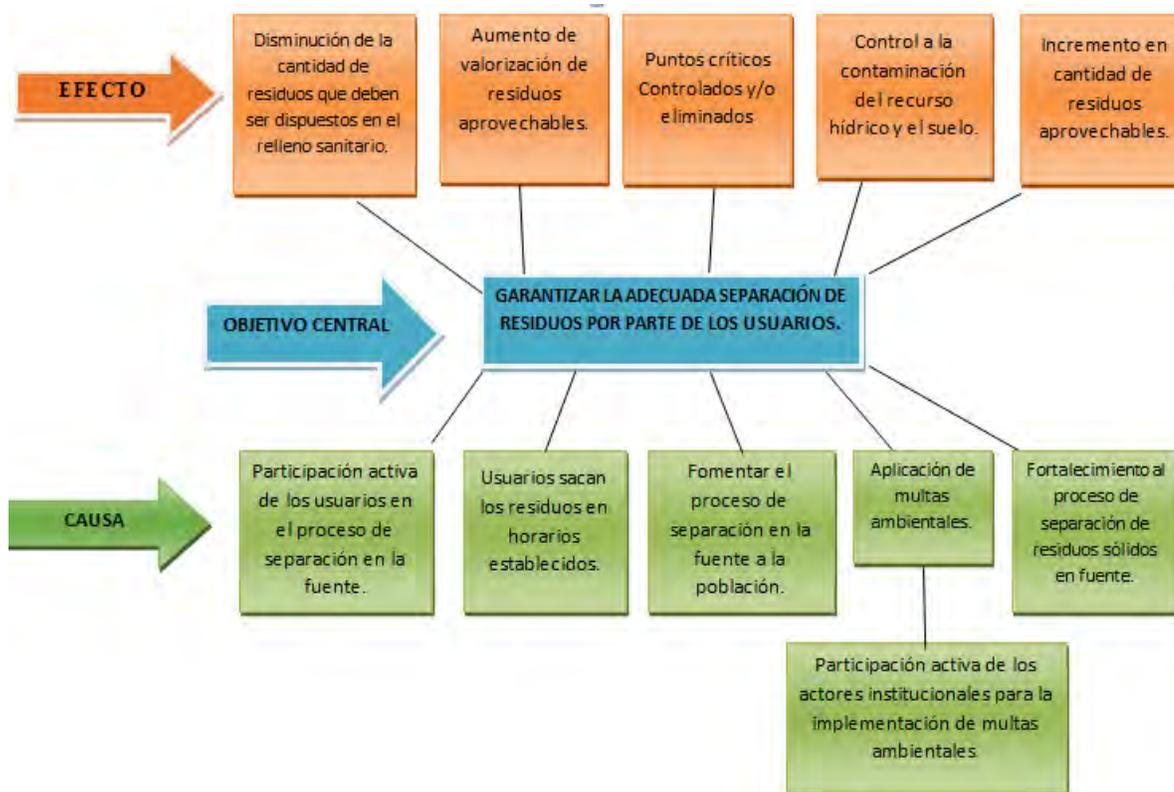
El árbol de objetivos es la formación de la solución a los problemas de la gestión integral de residuos sólidos en el Municipio de Guaitarilla, identificados en el árbol de problemas, los cuales permiten plantear la situación deseada por cada componente del servicio público.

A continuación, se planten las falencias o necesidades más significativas, y a partir de estas se crean los objetivos (Tabla 9).

**Tabla 9. Problemas centrales**

PROBLEMAS CENTRALES	OBJETIVOS DE SOLUCIÓN
Inadecuada separación de residuos por parte de los usuarios	<p>Propaganda informativa (folletos, calendarios) donde se explique la correcta separación de los residuos.</p> <p>Talleres en los centros educativos.</p> <p>Estipular un horario de recolección para los residuos orgánicos y otro para los inorgánicos.</p> <p>Propaganda en los medios de comunicación local (radio y televisión)</p>
Deficiente proceso de recolección y transporte de residuos sólidos.	<p>Aumentar el número de recolecciones por semana, en un horario preciso. Hacer que el personal encargado del recaudo de los residuos lo hagan de manera adecuada, para esto es necesario hacer capacitaciones obligatorias al personal del relleno.</p>
Deficiencias en el proceso de barrido y limpieza de vías y áreas públicas.	<p>Aumentar el número de personal encargado de esta función.</p>
Ausencia de una entidad que preste el servicio del corte de césped, poda de árboles y lavado de vías y parques públicos.	<p>Conformar un equipo de trabajo encargado únicamente de esta actividad, el municipio debe destinar y cubrir los gastos de los insumos y la maquinaria requerida.</p>
Deficiencias en el proceso de aprovechamiento de residuos sólidos.	<p>Capacitación a personas en estado de desempleo con programas a través de entidades como el SENA, donde se enseñe la variedad de usos que se le puede dar al material reciclado.</p> <p>Microempresa encargada de la compra y venta del material reciclado</p>

### Ilustración 15. Separación de residuos sólidos



## 8. OPCIONES DE RECUPERACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE RELLENO SANITARIO EN EL MUNICIPIO DE GUAITARILLA

### 8.1 SENSIBILIZACIÓN A LA POBLACIÓN

Mediante el proceso de sensibilización con el Programa Escuelas Saludables del anterior Plan de Atención Básica PAB, se busca la participación del mayor número de escuelas, con el fin de manejar a través de talleres, una preparación para padres de familia y estudiantes en cuanto al proceso de reciclaje y almacenamiento adecuado de residuos sólidos.

La Educación ambiental, se orienta hacia la formación de individuos y colectivos, buscando una participación activa en los procesos de concientización en temas del medio ambiente y las responsabilidades que ello implica.

Las actividades en el proceso de Educación Ambiental, efectuadas a través del proyecto de reciclaje, se basan en el desarrollo de las siguientes cinco fases:

**Primera fase.** Conformación de un equipo de trabajo, con el fin de redactar, coordinar, ejecutar y evaluar el proyecto.

**Segunda fase.** Dar inicio al plan operativo de motivación, en el cual se presente un acercamiento, motivación e información a la comunidad, buscando que los líderes comunitarios multipliquen la información.

**Tercera fase.** Proyecto de reciclaje de residuos sólidos, en el cual se estipulen los elementos de identificación, su marco referencial, metodología y una propuesta pedagógica y evaluación procesual y de impacto del mismo.

Realización del cronograma general del proyecto de reciclaje que comprenda los siguientes puntos:

- Divulgación y socialización del proyecto.
- Programación y desarrollo de talleres de sensibilización, inducción y capacitación.
- Manual de funciones y cumplimiento laboral.
- Viabilización y análisis del censo de familias en la zona urbana del Municipio.
- Elementos adecuados para clasificar los residuos en hogares e Instituciones.
- Seguimiento, control y evaluación del proyecto en general.

**Cuarta fase.** Fortalecimiento Institucional de grupos asociativos, con el fin de determinar las funciones, lugares de desempeño y horarios de trabajo.

En el grupo asociativo, deberá determinarse una supervisión especial de cumplimiento laboral y desempeño, dejando constancia a través de formularios especiales.

Programación de asambleas bimensuales con el fin de coordinar actividades en busca de mejorar el trabajo diario, presentación de propuestas de mejoramiento, acuerdos, manuales de perfeccionamiento.

**Quinta Fase.** Actualización del plan de gestión de residuos sólidos PGIRS, proyectados para cinco años, teniendo como objetivo la realización de un diagnóstico integral por medio del reconocimiento de oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas.

## **9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS Y ALTERNATIVAS PARA LA APERTURA DEL RELLENO SANITARIO GUATARILLA**

### **9.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVOS Y METAS**

El objetivo y metas propuestos a continuación permitirán cumplir los principios básicos para la prestación del servicio de aseo y la gestión integral de residuos sólidos, cabe resaltar que estos objetivos deben tener un sentido realista, es decir que se puede alcanzar con los recursos disponibles, eficaces para que puedan responder a los problemas identificados en el presente así como en el futuro; coherentes, teniendo en cuenta que el objetivo propuesto no vaya en contra del logro de otros objetivos; cuantificables, que se permitan medir en el tiempo; y finalmente efectivos para que sean eficaces y puedan ser implementados de forma eficiente:

- Prestar eficientemente el servicio público de aseo a toda la población con calidad y cobertura.
- Asegurar la disposición final de residuos sólidos a través de la reapertura del relleno sanitario de Guaitarilla.
- Desarrollar una cultura de la no basura.
- Desarrollar acciones afirmativas a favor de la población recicladora.
- Reducir el impacto en la salud y el ambiente que se pueda causar por la generación y mal manejo de residuos sólidos.
- Reducir la generación de gases de efecto invernadero.
- Reducir el riesgo de inundaciones o deslizamientos cuyos agravantes se encuentren asociados al inadecuado manejo y disposición de residuos sólidos.
- Obtener economías de escala comprobables.
- Garantizar la participación de los usuarios en la gestión y fiscalización de la prestación.

De igual manera, las metas deben señalar el resultado que se espera alcanzar con cada uno de los objetivos, para lo cual se emplearán indicadores. En ese sentido se plantean los objetivos de acuerdo a cada aspecto de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

**9.1.1 Propuestas para la recuperación de relleno sanitario.** De acuerdo con (BERNER, Ruben2004) “poner en práctica un plan de gestión, por parte de un gobierno municipal, constituye una actividad local que requiere la selección de una correcta combinación de alternativas y tecnologías para afrontar las necesidades existentes y futuras.”

En este contexto, una vez que los elementos funcionales fueron evaluados y todas las conexiones entre elementos han sido agrupadas para una mayor eficacia, rentabilidad y sustentabilidad, se ha desarrollado un sistema ambiental de gestión de residuos. La puesta en marcha de las estrategias descritas a continuación sobre el manejo adecuado de las basuras dentro del Municipio y la adecuación del Relleno Sanitario para su reapertura, cuentan con la colaboración de la comunidad y las empresas encargadas de la recolección de residuos y mantenimiento de la limpieza del municipio, quienes participan de estas acciones con el fin de fortalecer el desarrollo humano y optimizar las circunstancias de la comunidad. Con el fin de construir una vida más sana, con mayores beneficios y calidad de servicios.

Como primera estrategia, se tiene:

- Implementar un programa de reciclaje óptimo que permita adecuar un espacio destinado para realizar la separación en la fuente, de residuos sólidos que permita posibilitar el reciclaje.
- Este lugar se denomina: Punto ecológico, donde se puede entregar lo siguiente:
  - Materiales reciclables (plásticos, vidrios y metales).
  - Materiales reciclables (papeles y cartones).
  - Materiales no reciclables.
- Clasificación y manejo de residuos sólidos de acuerdo con los estándares de calidad.
- Control de emisión de gases a la atmósfera por parte del Relleno Sanitario a través de la siembra de árboles de altura que permitan la retención de malos olores y que garanticen así el bienestar y salubridad de la población.
- Mejorar los métodos de compactación de basuras.
- Para desarrollar esta estrategia se ha desarrollado una práctica de laboratorio dentro de la cual se da respuesta al desarrollo de los diferentes objetivos referentes a lograr el mejoramiento de los procesos de compactación de la basura dentro del municipio.

### **9.1.2 Condiciones para la reapertura del relleno sanitario de Guaitarilla.**

Para garantizar su operación y continuidad del relleno sanitario, se debe realizar lo siguiente:

- Apertura de una nueva celda para la disposición de los residuos sólidos según parámetros técnicos del RAS 2000 y demás norma vigente aplicable.
- Compra de insumos químicos para el control de vectores.
- Capacitación del personal para la operación del relleno.
- Compra de equipos de protección personal y seguridad industrial.

- Dotación según norma a cada uno de los operarios del relleno sanitario.
- Control médico periódico de cada uno de los operarios del relleno.
- Realizar un levantamiento topográfico.
- Realizar estudios geotécnicos para determinar el tipo de impermeabilizante utilizado.
- Caracterización de lixiviados, para determinar el tipo de tratamiento que requieren.
- Construcción de canales para la recolección de aguas lluvias en el área perimetral.
- Caracterización de residuos con el fin de determinar la producción.
- Capacitación de los habitantes del casco urbano a través, de los centros educativos para la separación en la fuente de residuos sólidos.
- Adecuación del Molino para el proceso de triturado.

## 10. ANALISIS DE COSTOS COMPARATIVO

A continuación, se presentan los costos aproximados que se requieren para realizar la reapertura del Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla y los costos que actualmente se generan por el transporte y disposición final de los residuos sólidos en el relleno sanitario de Antanas en la ciudad de Pasto.

Para la elaboración del presente análisis se tienen en cuenta costos actuales (julio de 2017), tanto para el personal involucrado como para la maquinaria, equipo y materiales de construcción.

El análisis de costos del proyecto se desglosa en Costos de Inversión y Costos de Operación y mantenimiento. Las bases de los costos de personal y Equipos son los que se presentan a continuación. (Ver tabla 10-11).

**Tabla 10. Costos de personal con prestaciones sociales para Jornada de 8 horas por día**

CARGO	SUELDO/MES
JEFE DEL RELLENO SANITARIO	4.000.000
SUPERVISOR	1.650.000
REGISTRADOR	1.350.000
COMISIÓN DE TOPOGRAFÍA*	10.760.000
AUXILIARES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	1.550.000
VIGILANTES	4.950.000
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>24.260.000</b>

\*Incluye costos de alquiler y equipos

**Tabla 11. Costos de alquiler maquinaria**

DESCRIPCIÓN	COSTOS \$/HORA	COSTOS \$/MES
BULDÓZER D4 O SIMILAR	90.000	1.800.000
RETROCARGADOR	80.000	1.600.000
VOLQUETA 5 M3	60.000	1.200.000
<b>VALOR TOTAL</b>	<b>20 Hrs/mes</b>	<b>4.600.000</b>

\*Incluye motorista, combustible y mantenimiento.

Las obras consideradas para el vaso 3 del relleno sanitario de Guaitarilla, en proceso de reapertura son los siguientes:

- Encerramiento.
- Valla de Identificación.
- Vías Internas de operación.
- Filtros para Lixiviados.
- Canales de aguas de Escorrentía.
- Chimeneas.

En el análisis de costos de inversión se debe tener en cuenta el porcentaje de utilidad, pues estas obras se realizan por personas diferentes al personal que labora para la empresa de Aseo Municipal (Empoguaitarilla). Así mismo se consideran los costos que hacen referencia al diseño del proyecto y que son entre el 3% y 10% del valor de la inversión, donde se encuentra inmerso el estudio y evaluación de impacto ambiental. (Ver tabla 12-21).

**Tabla 12. Encerramiento vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CAN.	VALOR UNITARIO \$	VALOR PARCIAL \$
1	POSTES PARA CERCA	Unidad	0,4	25.000	10.000
2	ALAMBRE DE PUAS CALIBRE 12	m	9,7	400	3.880
3	GRAPAS	Unidad	4	15	60
4	CONCRETO 2000 PSI	m3	0,006	400.000	2.400
5	MANO DE OBRA	Global	1	3.462	3.462
SUBTOTAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					23.762
VASO 3, 1.000 METROS LINEAL PARA ENCERRAMIENTO					
<b>COSTO TOTAL POR ENCERRAMIENTO</b>					<b>23.762.000</b>

**Tabla 13. Valla de identificación (global)**

ITEM	DESCRIPCION	UNID	CAN.	VALOR UNI. \$	VALOR PARCIAL \$
1	VALLA PUBLICITARIA DE 2m X 3m, EN LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 26 CON MARCO EN ÁNGULO DE 1", 2 TORRES DE 6mC/U INCLUYE INSTALACION	Unidad	1,00	4.000.000	4.000.000
<b>COSTO TOTAL GLOBAL</b>					<b>4.000.000</b>

**Tabla 14. Vía interior vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	RECEBO B-600 INCLUYE INSTALACION Características: (ancho 7m y altura 0,3m)	m3	0,21	127.800	26.838
2	RECEBO COMÚN INCLUYE INSTALACION Características: (ancho 7m y altura 0,3m)	m3	0,21	72.000	15.120
SUBTOTAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					50.350
VASO 3, 1.000 METROS LINEAL PARA ENCERRAMIENTO					
<b>COSTO TOTAL VIA INTERIOR VASO 3</b>					<b>50.350.000</b>

**Tabla 15. Impermeabilización vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	ARCILLA SELECCIONADA	m3	0,30	120.000	36.000
2	GEOMEMBRANA HPDE	m3	0.30	40.000	12.000
3	TIERRA SELECCIONADA	m3	0,30	80.000	24.000
4	CANTO RODADO	m3	0,2	70.000	14.000
5	GEOTEXTIL NO TEJIDO PUNZONADO	m2	0.3	10.000	3.000
SUBTOTAL LINEAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					106.800
VASO 3, 1.000 METROS LINEAL PARA ENCERRAMIENTO					
<b>COSTO TOTAL IMPERMEABILIZACION VASO 3</b>					<b>106.800.000</b>

**Tabla 16. Filtro de lixiviados vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR PARCIAL
1	GEOTEXTIL NO TEJIDO 1600/NT-1600	M2	2,40	2.900	6.960
2	PIEDRA DE RIO DE 10 A 20 cm	m3	0,28	16.000	4.480
3	EXCAVACIÓN MANUAL	m3	0,28	20.000	5.600
4	CONFORMACIÓN DEL FILTRO (RELLENO CON PIEDRA DE RIO)	m3	0,28	15.000	4.200
5	RETIRO DE MATERIAL PARA REGAR EN SITIO	m3	0,28	6.000	1.680
SUBTOTAL LINEAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					27.504
VASO 3, 1.000 METROS LINEAL PARA FILTRO LIXIVIADOS					
<b>COSTO TOTAL POR METRO LINEAL</b>					<b>27.504.000</b>

**Tabla 17. Canal aguas de escorrentía vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR PARCIAL \$
1	GEOMEMBRANA PERMAFLEX S-500/1,5mm+b7, Incluye Instalación	m <sup>2</sup>	3,12	12.500	39.000
2	PIEDRA DE RIO	m <sup>3</sup>	0,18	50.000	9.000
3	EXCAVACIÓN MANUAL	m <sup>3</sup>	0,33	20.000	6.600
4	RETIRO DE MATERIAL PARA REGAR EN SITIO	m <sup>3</sup>	0,33	6.000	1.980
5	CONFORMACIÓN DE LA ZANJA DE ANCLAJE (RELLENO CON PIEDRA)	m <sup>3</sup>	0,18	15.000	2.700
SUBTOTAL LINEAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					71.136
VASO 3, 1.000 METROS LINEAL PARA CANAL AGUAS ESCORRENTIA					
<b>COSTO TOTAL POR METRO LINEAL</b>					<b>71.136.000</b>

**Tabla 18. Montaje chimeneas vaso 3**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO \$	VALOR PARCIAL \$
1	MALLA ELECTROSOLDADA (6mx2,35Mm) calibre 12	Unidad	0,22	24.000	5.280
2	PIEDRA DE RIO DE 10 A 20 CM Ø	M3	0,80	50.000	40.000
3	ALAMBRE NEGRO	Kg	1,00	3.500	3.500
4	MANO DE OBRA	Global	1,00		12.000
SUBTOTAL LINEAL CON AUI (20%) POR METRO LINEAL					72.936
VASO 3, 500 METROS LINEAL PARA MONTAJE CHIMENEAS					
<b>COSTO CHIMENEAS VASO 3</b>					<b>36.468.000</b>

**Tabla 19. Resumen de costos inversión apertura vaso 3**

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR GLOBAL \$
ENCERRAMIENTO VASO 3	M	23.762.000
VALLA DE IDENTIFICACIÓN	Global	4.000.000
VIA INTERIOR	M	50.350.000
IMPERMEABILIZACION INICIAL	M2	106.800.000
FILTRO DE LIXIVIADOS	M	27.504.000
CANAL AGUAS DE ESCORRENTÍA	M	71.136.000
CHIMENEAS VASO 3	M	36.468.000
SUBTOTAL COSTOS DE APERTURA VASO 3		320.020.000
OTROS COSTOS E IMPREVISTOS (10%)		32.002.000
<b>TOTAL, INVERSION APERTURA VASO 3</b>		<b>352.022.000</b>

**Tabla 20. Costos totales reapertura relleno**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR PARCIAL \$
1	COSTOS DE PERSONAL	Global	24.260.000
2	COSTOS ALQUILER MAQUINARIA	Global	4.600.000
3	COSTOS INVERSION APERTURA VASO 3	Global	352.022.000
	<b>VALOR TOTAL REAPERTURA RELLENO</b>		<b>380.882.000</b>

**Tabla 21. Costos disposición R.S. en relleno antanas**

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>VALOR PARCIAL \$</b>
1	COSTOS DE PERSONAL	Global	24.260.000
2	COSTOS ALQUILER VOLQUETAS	Global	4.600.000
3	COSTOS DISPOSICION RELLENO ANTANAS	Global	30.000.000
	<b>VALOR TOTAL DISPOSICION RESIDUOS SOLIDOS AL RELLENO ANTANAS</b>		<b>58.860.000</b>

## 11. ESTRATEGIAS AMBIENTALES EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

En años anteriores mucho se habló de las estrategias ambientales de las 3R, hoy se considera la estrategia de las 10R, para aliviar la exagerada generación de residuos sólidos y por ende un cambio de comportamiento y compromiso a un diáfano convivir con la naturaleza sin olvidar que el hombre es el constructor del presente y futuro:

Las Diez R, se resumen a continuación:

[1].- **REORDENAR.** - “El que contamina paga”, esta actividad pretende involucrar a quienes de cualquier forma provocan la contaminación para que a través de un precio económico contribuyan a disminuir los efectos negativos.

[2].- **REFORMULAR.** - El cambio de actitud a través de la concientización de todos los actores sociales (productores – consumidores) para una armonía con la naturaleza.

[3].- **REDUCIR.** - Se debe utilizar lo necesario para disminuir la utilización de materia prima y energía, transformándose en ahorro y en el mejoramiento de la calidad de los productos.

[4].- **REUTILIZAR.** - Es dar mayor vida a los productos, es una de las formas para reducir el consumo de envases, envolturas, prendas de vestir (consumo acelerado por la moda).

[5].- **REFABRICAR.** - Es el valor de reutilizar los desechos generados en la producción, se debe impulsar la creatividad y la optimización de los recursos.

[6].- **RECICLAR.** - Es una actividad muy enunciada con la que se pretende transformar en materia prima los productos ya utilizados.

[7].- **REVALORIZAR.** - Tiene como función el análisis del consumo de energía de los recursos renovables y no renovables.

[8].- **REDISEÑAR.** - Para una armoniosa relación hombre-naturaleza se debe rediseñar todos los procesos humanos, entre ellos se menciona: la producción, la utilización de materias prima, mejorar la calidad para reutilizar, disminuir el consumo.

[9].- **RECOMPENSAR.** - Es reconocer la creatividad y el esfuerzo de quienes desde sus diferentes actuaciones luchan por afectar en menor grado a la naturaleza.

[10].- **RENOVAR.** - Es el desafío para ser mejores cada día, debemos integrarnos para mejorar la calidad de vida. Es un llamado a un cambio de actitud y la obligación de aportar para el buen vivir.

## 12. ESTRATEGIA DE RELLENO SANITARIO REGIONAL

Se entiende por Relleno Sanitario Regional, aquel relleno donde se disponen residuos sólidos provenientes de varios municipios cercanos al sitio de disposición final seleccionado.

Es el caso del Relleno Sanitario Antanas de la ciudad de Pasto, donde 43 municipios del Departamento de Nariño disponen sus residuos sólidos, los cuales son manejados y operados en una forma técnica y viable para la Empresa Metropolitana de Aseo, Emas E.S.P., constituyéndose en un ejemplo nacional a seguir. (Ver Ilustración 16).

La Corporación Autónoma de Nariño, Corponariño, está impulsando la creación de al menos dos rellenos sanitarios regionales más en el Departamento de Nariño. Uno en la ciudad de Túquerres, para los Municipios de la Provincia de Obando y otro en San José de Albán, para los municipios del Norte de Nariño.

**Ilustración 16. Relleno Antanas**



Por lo tanto, al Municipio de Guaitarilla le interesa participar en la formulación del proyecto de Relleno Sanitario Regional en el Municipio de Túquerres, con la vinculación de los Municipios de Imués, Yacuanquer, Consacá, Samaniego, Providencia y Túquerres.

La ventaja comparativa radica en los costos de transporte, ya que llevar los residuos sólidos desde el Municipio de Guaitarilla hasta el Relleno Antanas de Pasto son 85 kilómetros y llevarlos hasta el relleno de Túquerres solo serían 31 kilómetros.

Económicamente es un buen ahorro para el Municipio de Guaitarilla y su Empresa de Servicios Públicos, Empoguaitarilla, quienes continuarían con la recolección de los residuos sólidos del Municipio y los dispondría en un lugar más cercano generándose ahorros importantes.

### 13. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la legislación ambiental revisada y que está vigente, se puede concluir que el relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla fue cerrado por el incumplimiento de diversas normas y el descuido operacional de diferentes procedimientos inherentes al manejo y funcionamiento normal del citado relleno.

El Relleno Sanitario Municipal de Guaitarilla se ubica entre las veredas Cuatro Esquinas y Girardot, veredas que se abastecen de agua para sistemas de riego y para el propio consumo humano. Este relleno generó problemas en la salud de los habitantes, principalmente por la contaminación del agua, suelo y aire, afectando la vegetación, los recursos hidrobiológicos y modificando el entorno paisajístico.

Según los resultados obtenidos en el trabajo de campo se puede notar que los residuos que llegan al relleno sanitario son en su mayoría orgánicos, en un 79.3%, seguido por los residuos de vidrio representados en un 6 %, los menores porcentajes pertenecen a residuos como: plástico, metal y papel con un 0,8; 0,7 y 0,6%, respectivamente.

En la identificación de actores, se tiene el proceso de recolección y disposición de residuos sólidos, el cual de mayor a menor jerarquía encontramos a la alcaldía de Guaitarilla, quien a su vez delega funciones en la Empresa de Servicios Públicos Empoguaitarilla, por su parte la población del municipio participa en la disposición de residuos y específicamente en procesos de reciclaje, donde el 20% de la población afirma reciclar.

Mediante este estudio se llega a la conclusión de que el municipio de Guaitarilla tiene el espacio para cumplir esta tarea de disposición de residuos sólidos, conocido como el Vaso 3, para un lapso de tiempo entre 5 y 6 años.

De igual manera ya se encuentra una parte de la población sensibilizada acerca del problema de separación de residuos sólidos, situación que logra disminuir costos de manejo.

No obstante, se logró determinar que la tarea que prosigue una vez se reabra la planta de tratamiento de residuos es la concientización de la población teniendo en cuenta que solo el 6,71% es la consiente de la importancia del reciclaje, esto por medio de talleres y educación continua a la población.

En el municipio de Guaitarilla, por tener una población relativamente pequeña, se hace posible la utilización de otro tipo de técnicas para la disposición de residuos

como son el compostaje y la lombricultura, técnicas manuales, que pueden ser realizadas por la población con un alguna instrucción o capacitación.

Una de las opciones con mayor viabilidad para la recuperación y optimización del relleno sanitario de Guaitarilla, es en principio la sensibilización a la población. Desde el Programa Escuelas saludables, en donde el primer paso es la implementación de la educación ambiental para padres de familias e hijos en las escuelas de la región. Para ello se conforman equipos que formulen y evalúen el proyecto, siguiendo con la motivación e información a la comunidad, planteamiento del proyecto de recolección, aplicación del proyecto por el medio de la asociatividad, y revisión del proyecto cada cinco años.

Otra actividad que puede promover la recuperación de los residuos sólidos es el apoyo institucional del grupo asociativo (recicladores), que dedica su actividad de reciclaje ya sea en el área rural o urbana. De igual manera se concluye que es necesario buscar alternativas para la reutilización de los residuos rurales es una excelente opción debido a que con este tipo de procedimientos es posible la obtención de un ingreso extra para los agricultores del municipio.

Es de carácter urgente y necesario, la actualización del PGIRS del Municipio de Guaitarilla, como guía para los procedimientos que se deben realizar en cada actividad de disposición de residuos, teniendo en cuenta que el 95% de la población aseguran que este es necesario para el mantenimiento de un medio ambiente sano y seguro. Es necesario elaborar manuales de procedimiento y operación, además establecer un programa de capacitación al personal encargado de la recolección de los residuos sólidos pues la mayoría de la población (64%) considera que dicho personal no se encuentra instruido correctamente y que las operaciones no se hacen de manera adecuada. De igual manera se mejora el ambiente si se hace un correcto manejo de las basuras y se reutiliza desechos.

Dado que el análisis comparativo de costos establece una inversión alta para la reapertura del Relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla, se concluye que, financieramente, la decisión es seguir depositando los residuos sólidos en el Relleno Sanitario de Antanas del Municipio de Pasto, estableciendo convenios claros y precisos con la Empresa EMAS.

Se concluye que el lugar donde se encuentra instalado el relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla debe ser acondicionado y organizado para realizar actividades de recuperación como de reciclaje, compostaje, lombricultura entre otras actividades. Finalmente, el Municipio de Guaitarilla debe apoyar de la mejor manera al Municipio de Túquerres en la implementación del Relleno Sanitario Regional, Zona Sur, con el fin de disminuir los costos de transporte de los residuos sólidos y beneficiar a la región en esta alternativa de solución para municipios pequeños.

## **14. RECOMENDACIONES**

Iniciar rápidamente con la capacitación a nivel institucional y local, debido a que esta es la fuente de cambio para la situación ambiental actual, y la mejor forma para disminuir costos de recolección y separación de residuos. Se recomienda que la actuación de los principales responsables del tratamiento de residuos, de tipo institucional sea de carácter obligatorio y que el interés por la población sea el principal motivante para poner en marcha las actividades de recuperación de residuos sólidos mediante reciclaje, compostaje, lombricultura y otras actividades. La implementación de estas actividades debe realizarse con el personal adecuado es decir que se cuente con los profesionales competentes, que tengan un amplio conocimiento de la región y que empleen favorablemente los recursos con los que se cuenta.

Promover entonces el establecimiento de lineamientos que lleven al fortalecimiento de la actual gestión de los residuos sólidos, iniciando desde la base de su generación y terminando con la correcta disposición final, a través de la conformación de esquemas regionales para su manejo, aprovechamiento o confinación, bajo criterios de viabilidad, eficiencia, optimización y calidad y a través de la implementación y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) para el municipio de Guaitarilla Nariño.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGARITA ACEVEDO, P. A. (2015). Formulación del plan de gestión integral de residuos sólidos del conjunto. Las Lunas-Chía, Cundinamarca (Bachelor's thesis, Universidad Militar Nueva Granada).

ARANGO ROMERO, P.A. (2013). Evaluación de alternativas para el tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario Antanas del Municipio de San Juan de Pasto en Colombia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

BAPTISTA Lucio, Pilar; FERNÁNDEZ Collado, Carlos; HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto. (2009). Metodología de la Investigación. México: Mac Graw Hill.

BERENT, Rubén. (2004). Mejoramiento En La Gestión De Residuos Sólidos Urbanos En Pequeñas Ciudades Del Nea.p. 4

BONETA, Sánchez. (1998). Gran Enciclopedia Educativa. Biología I y II. Bogotá – Colombia: Marvín.

CONESA Fernández-Vítora, Vicente. (2006). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Madrid: Mundiprensa Libros, S.A.

CRISTANCHO Montenegro, D. L. (2013). Trabajo Final – Magister: Estimación del efecto del lixiviado del Relleno Sanitario Doña Juana sobre la calidad del agua del Río Tunjuelo y su posible tratamiento en la PTAR Canoas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería.

COLLAZOS, Héctor. (1985). ¿Dónde está la basura que no se recoge? p. |5

DELGADO Guerrero, Raúl. (2010). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. San Juan de Pasto: PGIRS.

DULANTO Tello, A. (2013). Tesis: Asignación de competencias en materia de residuos sólidos de ámbito municipal y sus impactos en el ambiente. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Derecho.

FLOREZ, J. (2009). Estudio de caracterización de los residuos sólidos. PROYECTO L1C2-120 FPA: Implementación del sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos en el distrito de Las Lomas. Municipalidad Distrital de las Lomas. Peru.

GÓMEZ Méndez, M. G. (2009). Tesis Doctoral: Aplicación de técnicas de ciclo de vida al diseño de un sistema de gestión de residuos urbanos para la ciudad de Chihuahua. Tarragona: Universitat Rovira I Virgili.

GUAITARILLA. (2008). Plan de Gestión de Residuos Sólidos 2.008-2.011. Guaitarilla – Nariño.

GUEVARA Castaño, Edilberto. (2008). Ingeniero Químico. Enfermedades por Contaminación Ambiental: Universidad Tecnológica de Pereira.

IBARRA Burbano, Y. C. (2011). Curso de inducción a la problemática y estudio del ambiente. Santafé de Bogotá: Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD.

MARMOLEJO, (2011). Análisis del Funcionamiento de Plantas de Manejo de Residuos Sólidos en el Norte del Valle del Cauca, Colombia.

MATHEUS; Van Molde, Ahern. (2002). Residuos y contaminación. New York: Addison Wesley.

MÉRIDA Solís, V. H. (2012). Tesis: Planificación estratégica, para una efectiva recolección y tratamiento de desechos sólidos, en la empresa aseo del valle, ubicada en la ciudad de Huehuetenango. Huehuetenango: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

NARIÑO INFORMA, En Guaitarilla cierran relleno sanitario a cielo abierto.

NOGUERA, K. M., & OLIVERO, J. T. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: Caso colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 34(132), 347-356.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD - ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. [www.bvsde.paho.org](http://www.bvsde.paho.org) 1997

ORTEGA Zúñiga, J. E. (1994). Construcción y operación de sitios controlados de disposición final de residuos sólidos - (Relleno Sanitario). México D.F.: Instituto Tecnológico De La Construcción.

OWEN, Joyce D. (2004). Seminario: Contaminación.

PASTÓN; RUBESTEIN; SMITH; WAYNE. Medicina y Salud. Guía Práctica. Bogotá: Círculo de Lectores.

RUIZ, A.; Molinos, M. (2000.). Análisis de un proceso histórico. Barcelona: Crítica.

RÚNFULA, J., & GALLARDO, A. (2009). Análisis comparativo de los diferentes métodos de caracterización de residuos urbanos, para su recolección selectiva en comunidades urbanas.

SÁNCHEZ, Maldonado, J. I., & RODRÍGUEZ Martínez, S. (2014). Relleno Sanitario Intermunicipal Rioverde - Cd. Fernández. Unidad académica multidisciplinaria zona media relleno sanitario.

TCHOBANOGLIOUS, George. (2007). Gestión integral de residuos sólidos. Volumen 1. México: McGraw-Hill.

VELÁZQUEZ Patiño, A. C. (2006). Tesis Doctoral: Propuesta para la zona metropolitana de Guadalajara a partir de las experiencias de la unión europea. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Geografía e Historia.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. ENCUESTA DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

1 IDENTIFICACIÓN DEL ENCUESTADO							
Edad		< 10	10 - 15	16 - 20	21-30	31 - 50	> 50
Sexo	F	M	Escolaridad	Primaria	Secundaria	Técnico	Universitario
Barrio						Estrato	
2 PRACTICAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS							
2.1 ¿Cómo desecha la basura?		<input type="radio"/> La deposita en un contenedor cercano <input type="radio"/> En bolsas para que las recoja la empresa recolectora <input type="radio"/> Separa y utiliza los restos de comida, frutas y verdura¿					
2.2 ¿A qué hora casa la basura?		<input type="radio"/> Algunos minutos antes de que pase el camión recolector <input type="radio"/> Varias horas antes de que pase el camión recolector					
2.3 ¿Dónde arroja las botellas, bolsas, comida, etc. cuando está fuera de casa?		<input type="radio"/> En los recipientes que haya en la vía pública <input type="radio"/> En la calle <input type="radio"/> En una acequia					
2.4 ¿Qué hace Usted con botellas de vidrio, plástico, papel usado y cartón?		<input type="radio"/> Se recicla <input type="radio"/> Se deposita en el basurero <input type="radio"/> Se almacena por separado sin mezclarlos con otro tipo de residuos <input type="radio"/> Otro (especifique)					
2.5 ¿Separa los desechos de la tecnología (cartuchos de tinta, pilas de celular, etc.), del resto de Residuos Sólidos?		<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No					
3 PRACTICAS DE MANEJO DE RESIDUOS AGRÍCOLAS, INDUSTRIALES, PELIGROSOS.							
3.1 ¿Tiene contacto con sustancias químicas utilizadas en agricultura (fertilizantes, fungicidas, plaguicidas, etc)?		<input type="radio"/> Si <input type="radio"/> No					
3.2 Si la respuesta es afirmativa, ¿cómo almacena estas sustancias?		<input type="radio"/> En cualquier sitio cerca de los cultivos <input type="radio"/> En la casa <input type="radio"/> En sitio especial para el almacenamiento (bodega, rancho o similar)					
3.3 ¿Qué hace con los recipientes de estas sustancias?		<input type="radio"/> Los utiliza para almacenar otras sustancias <input type="radio"/> Los lava y los reutiliza <input type="radio"/> Los deposita o los envía a lugares específicos para este tipo de elementos¿					

## ANEXO 2. TABULACIÓN Y ANÁLISIS ENCUESTA

### EDAD

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
Menor de 10 años	0	0,00
Entre 10 y 15 años	22	14,77
Entre 16 y 20 años	22	14,77
Entre 21 y 30 años	53	35,57
Entre 31 y 50 años	42	28,19
Mayor de 50 años	10	6,71
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	

Fuente: Esta Investigación

En la anterior gráfica se puede apreciar que el mayor número de encuestados se ubica dentro del rango de los 21 y 30 años con un porcentaje igual al 35% del total de la población encuestada que fue de 149 personas, todos mayores de 10 años.

### GÉNERO

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
Femenino	83	55,70
Masculino	66	44,30
<b>Total</b>	<b>149</b>	

En cuanto al género de las personas encuestadas existe un 55,70% de mujeres y un 44,30% de hombres que participaron en la encuesta.

### GRADO DE ESCOLARIDAD

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
Primaria	45	30,20
Secundaria	49	32,89
Técnico	21	14,09
Universitario	34	22,82
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	

La mayoría de personas encuestadas posee grado de escolaridad secundaria con un 32% correspondiente dentro del total de la población encuestada, aunque este porcentaje es muy similar al de las personas que poseen grado de escolaridad primaria, ya que este corresponde al 30,2% del total de la muestra.



ESTRATO

Entre los encuestados encontramos un grupo significativo de la muestra ubicado en el estrato 1 equivalente al 70% de la muestra, de los encuestados el menor número se encuentra en el estrato tres con un 1% del total de la muestra como lo muestra el gráfico.



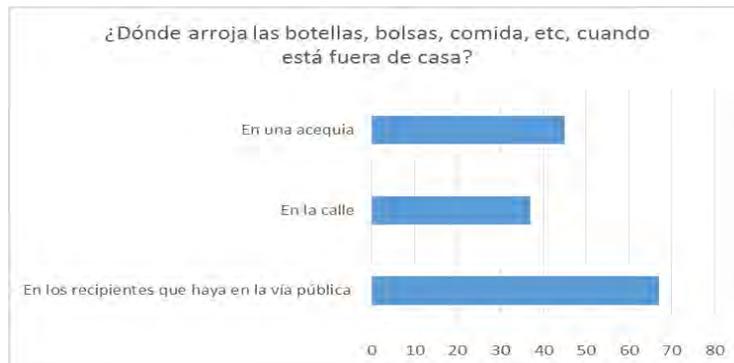
ENCUESTA SOBRE PRÁCTICAS DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMÉSTICOS

### ¿Cómo desecha la basura?

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a las formas en cómo la población desecha la basura, se puede encontrar el resultado más alto con 87 personas, con lo que se deduce que la forma más común de desechar la basura por parte de la población es depositarla en un contenedor cercano.

### ¿A qué hora saca la basura?

En el análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a la hora en que la población saca la basura, se puede encontrar el resultado más alto con 84 personas, con lo que se deduce que la forma más común de desechar la basura por parte de la población es sacarla unos minutos antes de que pase el camión recolector de basuras.



¿DÓNDE ARROJA LAS BOTELLAS, BOLSAS, COMIDA, ETC., CUANDO ESTÁ FUERA DE CASA?

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a los lugares en donde la población desecha la basura, se puede encontrar personas 67 con la escogencia más alta, con lo que se deduce que el lugar más común donde se desecha la basura por parte de la población es dentro de los recipientes de la vía pública.

### ¿Qué hace Usted con botellas de vidrio, plástico, papel usado y cartón?

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a la finalidad que tienen los residuos dentro de los hogares, se puede encontrar 86 personas con la escogencia más alta, con lo que se deduce que el procedimiento más común que se realiza con la basura por parte de la población es depositarlos dentro de un basurero común, con lo que se puede inferir la poca cultura de reciclaje observada dentro de la muestra de encuestados.

**¿Separa los desechos de la tecnología (cartuchos de tinta, pilas de celular, etc.), del resto de Residuos Sólidos?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente al tratamiento que la población da a los residuos tecnológicos, preguntando si son separados del resto de residuos sólidos, se puede encontrar el resultado más alto con un 61,07% del total de la muestra, con lo que se deduce que este tipo de residuos no son separados del resto de residuos sólidos.

**¿Tiene contacto con sustancias químicas utilizadas en agricultura (fertilizantes, fungicidas, plaguicidas, etc.)?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a si los pobladores tienen contacto con algún tipo de sustancias químicas utilizadas en los procesos de agricultura del lugar, se puede encontrar el resultado más alto con un 53,69% del total de la muestra, con lo que se deduce que este tipo de sustancias no tienen contacto con la población en su mayoría, aunque la diferencia entre las respuestas no es significativa por lo que si existe una alta posibilidad de contacto con sustancias químicas por parte de la población.

**¿Cómo se almacenan estas sustancias?**

Los lugares donde son almacenadas dichas sustancias químicas para la mayoría de las personas 46,31% en la muestra es su propia casa, dando a entender la poca cultura que tiene la población y el peligro que genera esta práctica.

**¿Qué hace con los recipientes de estas sustancias?**

Siguiendo con la línea de las preguntas 3.3 y 3.4 se realizó la pregunta a la muestra de la población sobre el destino final que tienen los recipientes de las sustancias químicas con las que posiblemente tengan contacto los pobladores, a lo que los encuestados en su mayoría respondieron que lo más común es lavarlos y reutilizarlos, el 39,60% en la muestra total.

**¿Con qué frecuencia se recogen los Residuos Sólidos en su barrio?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a la frecuencia con que se recogen los residuos sólidos dentro del barrio o comunidad, se puede encontrar el resultado más alto con un 39,60% del total de la muestra, siendo una vez por semana la respuesta más recurrente dentro de la muestra encuestada.

**¿Se recolectan separadamente los residuos orgánicos (residuos de comida, frutas y verduras) e inorgánicos (papel, plástico, vidrio, etc.)?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a si se separan los residuos sólidos al momento de la recolección, dentro del barrio o comunidad, se puede encontrar el resultado más alto con un 67,79% del total de la muestra, siendo negativa la respuesta más recurrente dentro de la muestra encuestada.

**¿Considera que el personal encargado de la recolección de los Residuos Sólidos está bien capacitado?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a si se considera que el personal encargado de la recolección de residuos dentro del barrio o comunidad está o no bien capacitado en el tema, se puede encontrar el resultado más alto con un 51% del total de la muestra, siendo negativa la respuesta más recurrente dentro de la muestra encuestada.

**¿Considera que el personal encargado de del barrido y aseo de calles y parques está bien capacitado?**

Dentro del análisis de resultados de la encuesta, en la pregunta referente a si se considera que el personal encargado del barrido y aseo de las calles del municipio y del parque está o no bien capacitado en el tema, se puede encontrar el resultado más alto con un 64,43% del total de la muestra, siendo negativa la respuesta más recurrente dentro de la muestra encuestada.

**En una escala de 1 a 5 (siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta) ¿cómo califica el servicio de recolección de Residuos Sólidos?**

Las opiniones están divididas, entre las calificaciones 5 y 4 que son las que mayor fuerza poseen, con un porcentaje de 43,62% y 41,61% del total de la población. Con lo que se satisfacción con el servicio de recolección de residuos sólidos por parte de la comunidad.

**En una escala de 1 a 5 (siendo 1 la calificación más baja y 5 la más alta) ¿cómo califica el servicio de aseo y barrido de calle y parques?**

#### **CALIFICACION DEL SERVICIO DE ASEO**

<b>RESPUESTA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
Cinco	73	48,99
Cuatro	62	41,61
Tres	14	9,40
Dos	0	0,00
Uno	0	0,00
<b>Total</b>	<b>149</b>	

Las opiniones están divididas, entre las calificaciones 5 y 4 que son las que mayor fuerza poseen, con un porcentaje de 48,99% y 41,61% del total de la población. Con lo que se deduce satisfacción por parte de la comunidad con el servicio de aseo y barrido de calle y parques.

#### **DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

<b>RESPUESTA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
SI	53	35,57
NO	72	48,32
NS/NR	24	16,11
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	

Respecto al conocimiento que tiene la población del lugar donde son dispuestos los residuos sólidos después de su recolección, la mayoría de la muestra respondió desconocer el lugar y la forma en que son tratados los residuos sólidos después de su recolección, esto se evidencia con el 48,32% de la muestra que respondió de forma negativa a la pregunta realizada.

**¿Cómo califica el pago que Usted hace por la recolección y disposición de los residuos sólidos?**

**CALIFICACIÓN POR LA RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

RESPUESTA	FRECUENCIA	%
MUY ALTO	6	4,03
ALTO	81	54,36
INDIFERENTE	55	36,91
BAJA	7	4,70
MUY BAJA	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	

Respecto a la calificación sobre el pago que los pobladores hacen por concepto de recolección y disposición de los residuos sólidos, la mayoría de la muestra se muestra conforme con el servicio, dado que la respuesta de mayor frecuencia es ALTO con el 54,36% de la muestra que respondió de forma positiva a la pregunta realizada.

**¿Está de acuerdo con que los Residuos Sólidos sean transportados a otro municipio?**

Respecto a la pregunta realizada sobre transportar los residuos sólidos del municipio de Guaitarilla a otro municipio para realizar su respectivo tratamiento, la mayoría de la muestra se muestra conforme con llevarlos a otro municipio, dado que la respuesta de mayor frecuencia es SI con el 57,05% de la muestra total.

**¿Conoce usted el relleno sanitario del municipio de Guaitarilla?**

Respecto a la pregunta realizada sobre el conocimiento que tiene la población sobre la existencia de un Relleno Sanitario en el municipio de Guaitarilla, la mayoría de la muestra dice tener conocimiento de la existencia de este, dado que la respuesta de mayor frecuencia es SI con el 62,42% de la muestra total.

**¿Conoce las causas del cierre del relleno sanitario del municipio de Guaitarilla?**

Respecto a la pregunta realizada sobre el conocimiento que tiene la población sobre las causas del cierre del Relleno Sanitario, la mayoría de la muestra dice no tener conocimiento de las causas, dado que la respuesta de mayor frecuencia es NO con el 91,95% de la muestra total.

Si existiera la posibilidad de darle un manejo adecuado al actual relleno sanitario, ¿cómo calificaría su reapertura?

Respecto a la pregunta realizada sobre la conveniencia de la reapertura del Relleno Sanitario en el municipio de Guaitarilla, la mayoría de la muestra considera como muy buena la idea de ejecutar este proceso, dado que la respuesta de mayor frecuencia es MUY BUENA con el 40,27% de la muestra total.

#### **CALIFICACIÓN DE UNA POSIBLE REAPERTURA**

<b>RESPUESTA</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
MUY BUENA	60	40,27
BUENA	38	25,50
REGULAR	25	16,78
MALA	23	15,44
MUY MALA	3	2,01
<b>TOTAL</b>	<b>149</b>	<b>100.0</b>



## ANEXO 4. FECHAS, HORARIOS Y RUTAS DE RECOLECCIÓN DE BASURAS

### HORARIOS DE MACRO RUTAS.

<b>MACRO RUTA 1.</b>	
Horario	6 a.m. - 6:45 a.m.
Tiempo de recorrido	Zona de cargue: plaza de mercado
Extensión	-
Viaje al MICRO RELLENO	20 Minutos
Descargue	10 Minutos
Viaje de regreso	15 Minutos
Tiempo total	45 Minutos

<b>MACRO RUTA 2.</b>	
Horario	8 a.m. - 11 a.m.
Tiempo de recorrido	3 Horas
Extensión	4 Km.
Viaje AL MICRO RELLENO	20 Minutos
Descargue	10 Minutos
Viaje de regreso	15 Minutos
Tiempo total	3:30 Horas
Velocidad del recorrido	5 Km./ hora

<b>MACRO RUTA 3.</b>	
Horario	11.30 a.m. - 1:00 p.m.
Tiempo de recorrido	1:30 Horas
Extensión	3 Km.
Viaje al MICRO RELLENO	20 Km.
Descargue	10 minutos
Viaje de regreso	15 minutos
Tiempo total	2:00 horas
Velocidad de recorrido	5 Km./ hora

### -Días de recolección.

Días	Lugar /recolección	viajes	Capacidad	Tipo de residuos
Lunes	Plaza de mercado	1 viaje	6.1 m3	Orgánicos
Lunes	Recorrido urbano	2 viaje	10.1 m3	Orgánicos
Lunes	Recorrido urbano	3 viaje	6.1 m3	Orgánicos
Jueves	Recorrido urbano	4 viaje	10.1 m3	inorgánicos
Jueves	Recorrido urbano	5 viaje	6.1 m3	inorgánicos
<b>TOTAL VIAJES SEMANALES:</b>		5.		
<b>TOTAL VIAJES MENSUALES:</b>		20.		

## ANEXO 5. INFORMACION SUMINISTRADA SOBRE LA RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS POR LA EMPRESA EMPOGUAITARILLA.



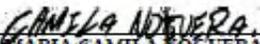
**EMPOGUAITARILLA E.S.P.**  
/Comprometidos con su #emestor/  
NIT: 900229156-1

### LA SUSCRITA GERENTE DE LA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE GUAITARILLA EMPOGUAITARILLA

#### CERTIFICA

Que el municipio de Guaitarilla se realiza la recolección de basuras los días, domingos en la plaza de mercado, los días lunes material orgánico en el casco Urbano, veredas cercanas como El Rosal, Empedrado y sector alto de la vereda El Motilon, y el día jueves se realiza la recolección inorgánica, en los mismos sectores, de igual forma de acuerdo los datos manejados por la empresa prestado del servicio EMPOGUAITARILLA, actualmente la se están recolectando 11.500 kilogramos de basuras, 3.500 kilogramos menos antes de implementar el programa de reciclaje en el municipio.

Para constancia se firma en Guaitarilla a los cinco (05) días del mes de Marzo del año dos mil dieciséis (2016).

  
MARIA CAMILA NOGUERA  
Gerente EMPOGUAITARILLA

## **ANEXO 6. MANUAL DE OPERACIÓN**

El manual de operación del Relleno Sanitario de Guaitarilla tiene por objeto describir los procedimientos de operación necesarios para el funcionamiento del relleno sanitario.

El manual procura además definir las opciones más favorables que puedan presentarse y dar una guía al operador del relleno, para controlar la operación y evitar que el relleno sanitario se convierta en botadero a cielo abierto.

A la operación del relleno sanitario se la llamará manual - mecánico, por utilizar para la disposición de los residuos sólidos herramienta menor, rodillo compactador y buldozer cada 2 ó 3 meses, sin embargo, eventualmente tendrá que ser mecánica, utilizando para ello un tractor de oruga de manera continua, el cual mejora la compactación y por ende aumenta la vida útil.

### **Tipo y cantidad de residuos sólidos a recibir**

En el relleno sanitario para el municipio de Guaitarilla, se dispondrán residuos sólidos provenientes del área urbana, en su mayoría de tipo residencial aproximadamente el 100%.

Semanalmente se dispondrán entre 7 y 8 toneladas; y de año en año se irá incrementando de acuerdo al crecimiento poblacional el cual se consideró de 1.0% el incremento de residuos sólidos.

### **Personal**

El siguiente es el personal de operación recomendado, estará en función de las actividades a ejecutar.

### **Supervisor del Servicio de Aseo**

Es el responsable de la supervisión completa de la operación, tanto en la adecuación del terreno como en la disposición de los desechos sólidos. Además, debe implementar medidas de seguridad y control.

Para esta actividad se podrá contar con un ingeniero sanitario, ambiental y/o un tecnólogo en saneamiento ambiental o en construcciones civiles, o de áreas afines para supervisar el relleno sanitario manual, siempre y cuando tenga experiencia o haya recibido capacitación.

Puede además contratarse un supervisor o tener una asesoría para la operación del relleno sanitario con un tercero con suficiente experiencia y esté con la interventoría de la empresa de aseo.

### **Obreros (operarios)**

Personal que debe permanecer por tiempo completo en el sitio del relleno y sus labores serán asignadas por el supervisor. Tendrán las siguientes tareas:

Acondicionar el área requerida para la construcción de las celdas de basura con anterioridad a la llegada del vehículo recolector.

Una vez dispuesta la basura por el vehículo en el área de trabajo, regarla y esparcirla homogéneamente formando pequeñas capas de espesor 20 cm.

Integrar las celdas con desechos para ir conformando las plataformas y compactarlas manualmente utilizando para ello un rodillo compactador y pisón de mano.

Cubrir y compactar la celda acabada con material de cobertura (tierra de 0.15 a 0.20 m de espesor).

Construir las cunetas de desagües, revisarlas y hacerles mantenimiento periódicamente.

Revisar y dar mantenimiento a los filtros del manejo y control del lixiviado.

Construir, a medida que se haga necesario, los filtros verticales para la evacuación de los gases a la atmósfera y revisarlos periódicamente.

Dar mantenimiento continuo a la vía.

Reparar el cerco, mantener el relleno limpio de rastrojo y sobre todo de papeles y otros desechos que pueden extenderse en el área por acción del viento, una vez sean depositados por el vehículo recolector.

Conservar y mantener las franjas reforestadas y reforestar las que sean necesarias.

Sembrar pasto y engramar taludes ya culminados para evitar la erosión y contribuir al mejoramiento paisajístico.

El personal necesario para desarrollar estas actividades se calcula teniendo en cuenta la cantidad de desechos a disponer, la jornada laboral de ocho (8) horas y

los rendimientos alcanzados durante las operaciones de un relleno sanitario. Para nuestro caso se necesitan al menos tres operarios de tiempo completo.

### **Equipo y herramientas de trabajo**

Para la adecuación inicial del relleno sanitario mecánico se utilizará buldócer y retroexcavadora de oruga para nivelar el terreno antes de impermeabilizarlo y para esparcir el afirmado en la vía de acceso.

Para cumplir con la vida útil estimada y aprovechar al máximo el terreno, es necesario utilizar el rodillo compactador manual o mecánico y los pisones, esta actividad pretende alcanzar densidades entre 0.45 y 0.50 Ton/m<sup>3</sup>. Las labores de los operarios en las etapas del relleno sanitario se ejecutarán toda la semana, excepto los domingos. Las labores enumeradas serán las siguientes:

- Compactación de la celda diaria.
- Perfilamiento de las áreas adyacentes a la zona de operación de donde se extraerá el material de cobertura, es decir en el costado occidental del lote.
- Excavación de las cunetas de control de aguas lluvias en las plataformas.
- Una retroexcavadora por lo menos dos (2) días al mes, para extraer el material de cobertura y acopiarlo cerca al frente de trabajo.
- Una volqueta con un volumen de carga de 7.0 m<sup>3</sup>, por lo menos dos (2) días al mes.
- El rodillo compactador es manual y servirá para la compactación de los desechos sólidos y del material de cobertura, está constituido por un cilindro de lámina de 3/16 de pulgada, 0.40 m de diámetro y una longitud de 1.20 m para un volumen de 150 litros.
- Los coches de llantas neumáticas, para el cargue y transporte de los desechos sólidos y el material de cobertura, se requieren tres (3) coches o carretas de 120 litros de capacidad.

### **Disposición de los residuos sólidos**

Los planos de diseño constituyen una guía metodológica en la operación del relleno sanitario. En ellos se presenta la localización de las etapas y el orden en que debe operarse el relleno.

Los cálculos de los volúmenes de las celdas diarias se basaron en las proyecciones de población y de residuos efectuadas para un período de 21 años a partir de información suministrada por el PGIRS y los datos aportados por la empresa de servicios públicos.

Es probable que las cantidades reales de desechos sólidos se aparten un poco de las cantidades proyectadas y ello exigirá modificar las dimensiones de la celda,

cuando se requiera, por esto se recomienda hacer un registro de las entradas de residuos sólidos al relleno sanitario.

Los planos de diseño se elaboraron sobre la base de una altura total de las celdas de 1.0 m, así: 0,80 m de residuos sólidos y 0,20 m de material de cobertura.

La operación del relleno sanitario se hará por el método de trinchera en su primera etapa y la segunda por el método pendiente/área, es decir, llenando con basura y material de cobertura; la depresión formada al adecuar la trinchera de operación inicial.

La operación del relleno sanitario comenzará con la extracción del material de cobertura necesario para el recubrimiento diario de la celda; esta extracción se hará contiguo a la plataforma sobre la cota 84 en el sitio del relleno y/o en el talud de la misma, esto con el objeto de aumentar la vida útil del relleno. Una vez extraído el material de cobertura se procede a preparar el área de la celda marcándola o definiéndola en forma clara.

Vale la pena anotar que el material de cobertura para la operación del relleno sanitario podrá provenir del material almacenado de la excavación de la trinchera. La disposición de las celdas se iniciará siempre en la parte más cercana al talud de la trinchera y de la vía de acceso, ya que se espera que una vez configuradas las celdas dentro de la trinchera el vehículo recolector acceda a éste lo más cerca al sitio de disposición final; la distribución de las celdas en la plataforma se hará de tal forma que estas formen trabas entre sí, para equilibrar las fuerzas ejercidas para cada celda y darles mayor estabilidad a los volúmenes conformados.

Para lograr las densidades del diseño es necesario hacer uso del rodillo manual y/o la placa vibratoria, pero cuando éste no se pueda utilizar, hacer uso del pisón de mano. Pues la compactación es el parámetro que mayor atención merece, ya que éste es uno de los factores que define la vida útil del relleno sanitario y el grado de estabilidad alcanzado.

La forma como habrá de moverse el rodillo compactador será la siguiente: se comenzará el desplazamiento del rodillo compactador en el sentido del avance largo de la celda, realizando cuatro (4) pasadas (de un metro de alcance cada una), posteriormente se gira el rodillo un ángulo de noventa grados y se realiza el mismo movimiento.

Esta operación se repetirá dos (2) veces más, hasta obtener un total de ocho (8) pasadas en cualquier punto de la celda.

Es importante recalcar que la operación del relleno sanitario más eficiente por este método se logra cuando la longitud del frente de trabajo sea la mínima posible

para garantizar la operación normal, ya que implica mayores rendimientos para el manejo de los desechos sólidos y del material de cobertura.

### **Otras recomendaciones**

Los operarios deberán permanecer de lunes a sábado en el relleno sanitario manual - mecánico.

Por ningún motivo se debe reciclar en el sitio de disposición final.

Se debe potencializar la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) y esta deben conversar con los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES).

El relleno sanitario manual - mecánico, puede ser el futuro cercano un sitio de prácticas ecológicas y de enseñanza para la población de Guaitarilla, para lo cual se debe procurar porque este sea un ejemplo en la zona.

Revisar la información del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) y su aplicación con el diseño del relleno sanitario

## **ANEXO 7.- PLANOS SOPORTE**

Plano 1.- Levantamiento Topográfico del predio donde se encuentra el relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250

Plano 2.- Red Sanitaria y conducción de lixiviados, en los tres vasos del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250

Plano 3.- Canales perimetrales que recogen las aguas lluvias del relleno sanitario del Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250

Plano 4.- Vista de Planta, cortes y detalles específicos (Canales, chimeneas, fosas), del relleno sanitario de Municipio de Guaitarilla. Escala 1:250

## ANEXO 8. REGISTRO FOTOGRAFICO RELLENO ACTUAL



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vista chimeneas



Municipio de Guaitarilla-Vista terreno



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vista terreno



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vista Interna



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vista Interna



Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vasos



.Relleno Sanitario del Municipio de Guaitarilla-Vasos