

PROPUESTA RECUPERACION PAISAJISTICA DEL AREA
CORRESPONDIENTE A LAS CELDAS EN PROCESO DE CLAUSURA DEL
RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA, MUNICIPIO BARRANCABERMEJA
LICENCIADAS MEDIANTE RESOLUCION CAS .DGL No 792 DEL 21 DE JULIO
DE 2010

ANGIE TATIANA TAMARA GUEVARA
YENEY XIOMARA RUBIANO PICO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2015

PROPUESTA RECUPERACION PAISAJISTICA DEL AREA
CORRESPONDIENTE A LAS CELDAS EN PROCESO DE CLAUSURA DEL
RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA, MUNICIPIO BARRANCABERMEJA
LICENCIADAS MEDIANTE RESOLUCION CAS .DGL No 792 del 21 de Julio de
2010

ANGIE TATIANA TAMARA GUEVARA
YENEY XIOMARA RUBIANO PICO

MONOGRAFIA PRESENTADA PARA OPTAR AL TITULO DE ESPECIALISTA EN
INGENIERIA AMBIENTAL

DIRECTOR
GUSTAVO MANTILLA OVIEDO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERIA QUÍMICA
BUCARAMANGA
2015

CONTENIDO

INTRODUCCION.....	17
1. OBJETIVOS	19
1.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2. MARCO LEGAL.....	20
3. ANTECEDENTES DEL RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA	23
4. DESCRIPCION DEL EMPLAZAMIENTO.....	26
4.1 LOCALIZACIÓN Y ACCESO	26
4.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RELLENO	26
4.2.1 Cantidad de residuos dispuestos diariamente.....	26
4.2.2 Composición física de los residuos sólidos de Barrancabermeja.	27
4.2.3 Vida útil del sitio de disposición final.	27
4.2.4 Sistema utilizado para la disposición final.	27
4.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	28
4.3.1 Recolección de lixiviados.	28
4.3.2 Manejo de escorrentía superficial.	28
4.3.3 Canales perimetrales.	29
4.3.4 Extracción controlada de gases.	29
5. METODOLOGIA.....	31
5.1 DELIMITACIÓN GEOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO	31
5.2 DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO.....	32
5.2.1 Geología.	32

5.2.2 Geomorfología.	35
5.2.3 Hidrología.	38
5.2.4 Clima	40
5.2.4.1 Temperatura.	40
5.2.4.2 Precipitación.	40
5.2.4.3 Viento.	41
5.2.4.4 Evaporación.....	42
5.3 DESCRIPCION DEL MEDIO BIOTICO	43
5.3.1 Bioma.	43
5.3.2 Zona de Vida	43
5.3.3 Provincia biogeográfica.....	44
5.3.4 Ecosistema del área de influencia directa del proyecto.....	45
5.3.5 Áreas Protegidas.	46
5.3.6 Flora.	47
5.3.7 Fauna.	48
6. ACTIVIDADES EJECUTADAS EN EL RELLENO SANITARIO EN LO CONCERNIENTE A LA ETAPA DE CLAUSURA.....	50
6.1 MANEJO DE GASES.....	50
6.2 MANEJO DE LIXIVIADOS	51
6.3 CONTROL DE TALUDES Y ESTABILIDAD DE LOS SUELOS	52
6.4 AVANCES EN LA CLAUSURA DE LAS CELDAS INOPERADAS	54
7. RESULTADOS	57
7.1 ACCIONES Y OBRAS NECESARIAS PARA CONCLUIR LA CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO.....	57
7.2 PROPUESTA DE REINTEGRACION PAISAJISTICA.....	60
7.2.1 Operaciones y labores.	60
7.2.2 Hidrosiembra.	61
7.2.3 Grupos de Plantación.	62

7.2.4 Labores de Mantenimiento.....	68
7.2.5 Seguimiento del Programa.....	68
8. CONCLUSIONES	69
BIBLIOGRAFIA.....	70
ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación Relleno Sanitario La Esmeralda, Municipio de Barrancabermeja.	31
Tabla 2. Formaciones geológicas en el municipio de Barrancabermeja.	34
Tabla 3. Temperatura de Barrancabermeja en un periodo de un año.	40
Tabla 4. Precipitación de Barrancabermeja en un periodo de un año.	41
Tabla 5. Velocidad media del viento Barrancabermeja en un periodo de un año.	42
Tabla 6. Evaporación de Barrancabermeja en un periodo de un año.	42

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Ubicación del relleno sanitario con respecto al perímetro urbano de Barrancabermeja y a la Ciénaga San Silvestre.	32
Ilustración 2. Evidencia de las labores de cobertura final de celdas inoperadas.	55
Ilustración 3. Obras de cierre, clausura y restauración ambiental incompletas.	56
Ilustración 4. Estabilización de taludes con hidrosiembra Complejo Industrial Barrancabermeja.	61
Ilustración 5. Perfil de la vegetación de la cobertura pastos arbolados, aledaña al Relleno Sanitario La Esmeralda.	64

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Composición florística de la cobertura vegetal pastos arbolados en el municipio de Barrancabermeja, Santander.	72
---	----

GLOSARIO

BIOGÁS: Conjunto de gases compuestos mayormente por el gas metano, que se genera al interior de la masa de residuos por la descomposición de la materia orgánica.

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS: Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos en el ámbito nacional, regional o local.

Lixiviado: Es el líquido que contienen los residuos, especialmente la materia orgánica, que se acumula en la masa de residuos dispuestos y que tiende a aflorar por las partes más bajas del relleno sanitario.

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS: Toda actividad técnica de residuos que involucre manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final o cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.

RELLENO SANITARIO: Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte por lo menos diariamente, el control de la proliferación de vectores y el manejo adecuado de gases y lixiviados, con el fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

RESIDUOS DOMÉSTICOS: Residuos sólidos generados en los domicilios de la población.

RESIDUOS ESPECIALES: Residuos sólidos o semisólidos que por su cantidad, volumen, peso y/o características requieren un manejo especial. Incluyen a los residuos de los establecimientos de salud (productos químicos y fármacos caducos), alimentos con plazos expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados (muebles, colchones, artefactos electrodomésticos, autos abandonados, hormigón, asfalto, neumáticos).

RESIDUOS HOSPITALARIOS: Desechos generados en los centros de atención de salud durante la prestación de servicios asistenciales, incluyendo los generados en los laboratorios.

RESIDUOS HOSPITALARIOS PELIGROSOS: Aquellos desechos generados durante las diferentes etapas de la atención de salud (diagnóstico, tratamiento, inmunizaciones, investigaciones, etc.) que contienen patógenos. Representan diferentes niveles de peligro potencial, de acuerdo al grado de exposición que hayan tenido con los agentes infecciosos que provocan las enfermedades.

RESIDUOS INDUSTRIALES: Residuos sólidos o semisólidos generados como resultado de los procesos de producción industrial, incluyendo el mantenimiento de equipos e instalaciones de la industria.

RESIDUOS INORGÁNICOS: Materiales tales como papel, cartón, plástico, vidrio, metales ferrosos y no ferrosos, desechados en un núcleo poblacional.

RESIDUOS MUNICIPALES: Residuos sólidos o semisólidos provenientes de las actividades urbanas en general. Puede ser de origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros.

RESIDUOS ORGÁNICOS: Restos de alimentos generados en actividades domésticas, comerciales e industriales así como residuos del mantenimiento de áreas verdes.

RESIDUOS PELIGROSOS: Residuos sólidos o semisólidos que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o patógenas, pueden representar un riesgo sustancial real o potencial para la salud humana o el ambiente, cuando su manejo es inadecuado.

SANEAMIENTO: Servicios o sistemas de recolección, transporte, tratamiento y disposición sanitaria de aguas residuales, excretas u otros desechos.

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA RECUPERACION PAISAJISTICA DEL AREA CORRESPONDIENTE A LAS CELDAS EN PROCESO DE CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA, MUNICIPIO BARRANCABERMEJA LICENCIADAS MEDIANTE RESOLUCION CAS .DGL No 792 del 21 de Julio de 2010*

Autores

Angie Tatiana Tamara Guevara, Yeney Xiomara Rubiano Pico, Gustavo Mantilla Oviedo**.

Palabras claves:

Relleno sanitario, Reintegración paisajística, clausura, Residuos Sólidos, normatividad ambiental.

Descripción

El Relleno Sanitario La Esmeralda del municipio de Barrancabermeja es actualmente utilizado como sitio de disposición final de residuos sólidos pero debido al inadecuado manejo se ha convertido en un foco de contaminación ambiental considerable. Por consiguiente se procedió a dar inicio a las actividades necesarias para dar cumplimiento a las políticas ambientales, realizando el plan de clausura y postclausura del mismo rigiéndose por la normatividad ambiental vigente, con el fin de contribuir a la disminución de la contaminación. En primer lugar se determinaron las acciones y obras ingenieriles necesarias para concluir la clausura del relleno sanitario, acto seguido se evaluó la composición florística del área adyacente al relleno sanitario, obteniéndose un perfil de vegetación que permite identificar las especies ideales para la reintegración paisajística del mismo, teniendo en cuenta las condiciones del predio y el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de Barrancabermeja. La reintegración paisajística del área licencia para la disposición de residuos sólidos con la tecnología de relleno sanitario permite una mejora de la calidad del área de estudio dado que aumenta la valoración en todos sus atributos físicos (vegetación, fauna y uso del suelo), asimismo, los elementos que alteran el paisaje se reducen y por tanto, producen un aumento de la calidad paisajística.

* Trabajo de grado en especialización en Ingeniería Ambiental.

**Facultad Ingenierías Físicoquímicas, Escuela de Ingeniería Química, Especialización en Ingeniería Ambiental, Universidad Industrial de Santander.

ABSTRACT

TITLE: PROPOSAL FOR RECOVERY AREA LANDSCAPE OF CELLS IN THE CLOSURE PROCESS IN THE ESMERALDA LANDFILL, BARRANÇABERMEJA CITY AUTHORIZED BY RESOLUCION CAS .DGL No 792 del 21 de Julio de 2010.*

AUTHOR

Angie Tatiana Tamara Guevara, Yeney Xiomara Rubiano Pico, Gustavo Mantilla.

Key words:

Landfill, Landscape Reintegration, closing, solid waste, environmental legislation.

Description

The Esmeralda landfill located in Barrancabermeja city is currently used as a landfill where the solid waste is deposited, but his mishandling has become a focus of contamination. Then, the operator proceeded to initiate the activities required to implement environmental policies, running the closure and post-closure plan in order to fulfill the current environmental regulations, and contribute to the reduction of pollution. First, the actions and engineering works necessary to complete the closure of the landfill were determined, then the floristic composition adjacent to the landfill area was evaluated , yielding a growth profile that identifies the ideal species for the reintegration of the same landscape, taking in consideration the conditions of the property and the township EOT. The landscape reintegration of area licensed for solid waste disposal technology landfill allows improving the quality of the study area because it increases the value in its physical attributes (vegetation , wildlife and land use) , also altering the landscape elements are reduced and thus produce an increase in quality landscape.

*Trabajo de grado en especialización en Ingeniería Ambiental.

INTRODUCCION

La etapa final de un relleno sanitario posterior al cierre, es la que corresponde a su reinserción, donde se desarrollan las faenas destinadas a reincorporar el relleno sanitario ya sellado a su entorno, controlando las emisiones de biogás, líquidos lixiviados y los problemas que puedan causar los asentamientos entre otros, de manera que se impida causar impactos negativos al ambiente y la salud. En esta etapa se debe terminar de implementar las instalaciones de monitoreo, emplazadas en la etapa de sellado, que sean necesarias para controlar que el emplazamiento no sea causa de contaminación de aire, suelo o agua. La reinserción, habitualmente tiene alguna de las siguientes alternativas de destino: agrícola, recreacional, y/o apoyo a algún tipo de estructuras. Para orientar el proyecto hacia las metas que se buscan con la reinserción, se precisa establecer los objetivos técnicos específicos, tarea difícil dado que actualmente sobre el tema de la recuperación de áreas impactadas por vertidos de residuos sólidos no existe una solución única, sino que existen variadas tendencias tecnológicas, niveles de desarrollo del conocimiento y criterios para enfrentar el tema.

La clausura y saneamiento ambiental de los sitios que se encuentran en operación pero que han llegado a los límites de vida útil o que están en situaciones inadecuadas para rehabilitarlos, constituye el último paso del ciclo de vida de los residuos sólidos municipales, sin embargo esta etapa es la que representa la continuidad en el que los aspectos de monitoreo, mantenimiento y control son fundamentales para garantizar las medidas sanitarias básicas a largo plazo.

El sitio de disposición final del municipio de Barrancabermeja tiene licencia ambiental como relleno sanitario pero debido al inadecuado manejo que le ha realizado se ha convertido en un foco de contaminación ambiental considerable.

En este sentido el municipio inició las actividades correspondientes para dar cumplimiento a las políticas ambientales, realizando el plan de clausura y postclausura del botadero La Esmeralda rigiéndose a la normatividad ambiental vigente, con el fin de contribuir a la disminución de la contaminación.

El presente documento refleja el plan de clausura que se seguirá para el relleno sanitario La Esmeralda del municipio de Barrancabermeja en una de las celdas licenciadas por la Autoridad Ambiental.

Para llegar a desarrollar el plan de clausura se debe tener presente que el diseño y la construcción de un relleno sanitario son actividades continuas que se complementan sólo cuando toda la capacidad disponible o permisible del sitio ha sido cubierta con residuos sólidos. Cuando esto sucede, el relleno sanitario debe ser cerrado con la finalidad de no seguir recibiendo residuos de ninguna índole. Para asegurar el funcionamiento de los controles ambientales durante la clausura y para un período de tiempo después de dicha clausura, se debe desarrollar un plan de clausura durante el diseño u operación del relleno sanitario. El objetivo del plan es definir los pasos que se deben seguir en el cierre del relleno y los elementos de protección que se requieran en la clausura y postclausura conforme a los ordenamientos legales y la normatividad vigente.

Para la realización de la siguiente propuesta se plantearon tres aspectos importantes con el fin de obtener un resultado óptimo en las actividades de clausura y postclausura de la celda ubicada en el relleno la esmeralda del predio, siguiendo los parámetros establecidos dentro de la normatividad ambiental vigente.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaboración de una propuesta para la recuperación paisajística del área correspondiente a las celdas en proceso de clausura del relleno sanitario la esmeralda, municipio Barrancabermeja, teniendo en cuenta la normatividad colombiana.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar el estado actual del relleno sanitario en estudio para determinar el cumplimiento de lo planteado en el PMA en la etapa de clausura.
2. Evaluar las actividades ejecutadas en el relleno sanitario en estudio, teniendo en cuenta lo planteado en la normatividad ambiental colombiana en lo concerniente a la etapa de clausura.
3. Determinar las acciones y obras necesarias para concluir la clausura del relleno sanitario en concordancia con el paisaje adyacente teniendo en cuenta lo dispuesto en el EOT del municipio.

2. MARCO LEGAL

Los fundamentos de la política para la gestión de residuos sólidos en el país están contenidos principalmente en la constitución política, las leyes 99 de 1993 y 142 de 1994.

El objetivo fundamental de la política de residuos es impedir o minimizar de la manera más eficiente los riesgos para los seres humanos y el medio ambiente que ocasionan los residuos sólidos y en especial minimizar la cantidad o peligrosidad de los que llegan a los sitios de disposición final, contribuyendo a la protección ambiental eficaz y al crecimiento económico.

En cuanto a las entidades encargadas de ejecutar la política se requiere afianzar los mecanismos de supervisión y coordinación entre el gobierno nacional, particularmente el Ministerio del medio Ambiente, la Comisión Reguladora de Aguas y Saneamiento Básico, las Corporaciones Autónomas Regionales y las autoridades ambientales de los grandes Centros Urbanos.

A su vez las Corporaciones Regionales debe garantizar el cumplimiento de la política ambiental de manejo y disposición de residuos.

Decreto 2811 de 1974, artículos 34 a 38. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables en el cual se establece todo lo relacionado al manejo de residuos sólidos, las reglas, prohibiciones y las obligaciones, entre otros aspectos, para el manejo, la recolección, el transporte y la disposición de los residuos, basuras, desechos y desperdicios.

Ley 142 del 11 de Julio de 1994: Ésta ley o ley de Servicios públicos domiciliarios establece el nuevo régimen de los Servicios públicos domiciliarios en el territorio

nacional, su objeto es propender por la prestación eficiente de estos servicios para lo cual fija normas que aseguran su prestación continua e ininterrumpida, incentiva la participación del sector privado para garantizar la libre competencia. En la Ley 142 de 1994 en su definición de servicio de aseo incluye la recolección municipal de residuos, su transporte y, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. Además establece que las tarifas de aseo deben incluir los costos de disposición final y las tasas a que haya lugar.

RAS 2000, Título F: Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico y ambiental – RAS, sección II, sistemas de aseo urbano.

Decreto 1713 de 2002: 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.

En el artículo 130 señala que a partir de su promulgación todos los municipios o distritos quedan obligados a ejecutar todas las acciones necesarias para clausurar y restaurar ambientalmente o adecuar técnicamente los actuales sitios de disposición final que no cumplan con la normatividad ambiental vigente.

Resolución 1045 de 2003: En el artículo 13 estableció un plazo máximo de 2 años contados a partir de su publicación para realizar la clausura y restauración ambiental de botaderos a cielo abierto y de sitios de disposición final de residuos sólidos que no cumplan con la normativa vigente, o su adecuación a rellenos sanitarios técnicamente diseñados construidos y operados conforme a las medidas de manejo ambiental establecidas por las autoridades ambientales competentes.

Decreto 838 de 2005: En el artículo 21 determina que sin perjuicio de las actividades establecidas en el respectivo plan de manejo ambiental, corresponde a

las entidades territoriales y a los prestadores del servicio de aseo en la actividad complementaria de disposición final, recuperar ambientalmente los sitios que hayan sido utilizados como botaderos, u otros sitios de disposición final no adecuada de residuos sólidos o transformarlos previo estudio en rellenos sanitarios de ser viable técnica, económica y ambientalmente.

Resolución 1390 de 2005: Por la cual se establecen directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios de los sitios de disposición final a que se hace referencia el artículo 13 de la Resolución 1045 de 2003, que no cumpla con las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.

Resolución 1274 de 30 de junio de 2006: Por el cual se acogen los términos de referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción y operación de rellenos sanitarios.

Decreto 2820 de agosto de 2010. Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

3. ANTECEDENTES DEL RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA

Por medio de la Resolución No. 0706 del 20 de Octubre de 1997, la Corporación Autónoma regional de Santander le otorgó al municipio de Barrancabermeja Licencia Ambiental Única para la construcción y operación de un relleno sanitario, localizado en zona rural en el predio denominado La Puerta o El Matadero.

Mediante Contrato No. 0146-2002, el municipio inicia las actividades de Clausura y Postclausura del relleno sanitario La Esmeralda y apertura de una nueva celda. Mediante Resolución No. 0174 del 04 de Febrero de 2002, la Corporación Autónoma Regional de Santander declara la urgencia manifiesta y el municipio inicia las actividades de clausura y postclausura regidos por los parámetros de la autoridad ambiental, para lo cual se estableció que se deben adelantar labores tales como:

- Levantamiento topográfico
- Análisis de aguas superficiales
- Análisis de aguas subterráneas Sistemas de control de aguas superficiales y subterráneas.
- Manejo, control y tratamiento de lixiviados
- Revegetalización
- Señalización
- Plan de monitoreo
- Mantenimiento de sistemas de recirculación
- Mantenimiento de sistema de manejo de gases
- Mantenimiento de barreras naturales y empradizacion
- Monitoreo de gases y lixiviados

De manera general el manejo de los residuos sólidos tanto ordinarios como especiales del municipio es prestado en su totalidad por operadores privados los cuales bajo el régimen de libre competencia, operan los servicios de recolección barrido y limpieza y disposición final, de recolección, transporte, tratamiento y eliminación en lo que respecta a residuos especiales. En lo que respecta al servicio de aseo ordinario este es prestado por la empresa de servicios públicos REDIBA S.A., E.S.P., que presta los servicios de recolección y transporte de residuos domiciliarios.

En Barrancabermeja se encuentran 10 cooperativas de recicladores de las cuales 8 trabajan realizando la recolección por diferentes rutas en la ciudad y 2 trabajan dentro del botadero La Esmeralda realizando la separación de los materiales en los residuos que traen los carros recolectores.

Para el año 1995 Barrancabermeja contaba con un sitio para la disposición final de las basuras, ubicado en sector de campo Gala por la vía que conduce al Llanito, al Noroccidente del municipio, se estima que las características de dicho sistema de disposición final correspondían a la modalidad de botadero a cielo abierto, sistema que no se ajustaba a las políticas nacionales ambientales, además de las complicaciones y los inconvenientes que generaba la desafortunada localización de un botadero con respecto a los centros poblados entre otras.

La manera incontrolada de la disposición final de las basuras en Campo Gala ocasionó impactos ambientales adversos sobre el suelo, el agua, el paisaje y la comunidad vecina, en consecuencia la comunidad a través de una acción de tutela impuesta contra el municipio obligó al traslado del sitio de disposición final de las basuras del municipio de Barrancabermeja de forma inmediata.

De esta manera se dio inicio a la disposición final de las basuras en el lote de propiedad del municipio llamado La Esmeralda, disposición que se inicia sin haber

llevado ningún estudio técnico, sin la infraestructura necesaria para la disposición de las basuras y sin ningún estudio ni Licencia Ambiental para la realización de las labores correspondientes.

El municipio de Barrancabermeja cuenta con un sitio destinado para la disposición final de los residuos sólidos denominado La Esmeralda, los cuerpos de agua más cercanos son la Ciénaga San Silvestre ubicada aproximadamente a una distancia de 80 a 100 metros, el cuerpo de agua más cercano es un caño que desemboca en la Ciénaga de San Silvestre afectado directamente por la escorrentía de lixiviados, la norma establece que un sitio de disposición final debe estar ubicado por lo menos a 1000 metros de distancia de una fuente hídrica.

4. DESCRIPCION DEL EMPLAZAMIENTO

4.1 LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El municipio de Barrancabermeja se localiza sobre la margen derecha del curso medio del río Magdalena entre tres de sus afluentes el río Sogamoso al norte y el río Opón y la Colorada al Sur. El botadero La Esmeralda de Barrancabermeja está localizado en el área rural en el sector nor-occidental del municipio a 8 kilómetros por la vía que conduce a San Vicente de Chucuri, en la margen derecha.

El sitio de disposición final cuenta con un área útil destinada para el botadero de 17 hectáreas de las cuales 3 hectáreas fueron utilizadas durante la primera etapa del botadero y dos hectáreas que fueron posteriormente utilizadas y que son las que se encuentran en la actualidad en proceso de clausura.

El botadero se encuentra localizado a ocho kilómetros del casco urbano por la vía que conduce al municipio de San Vicente de Chucuri, la vía de acceso presenta características propias de las vías rurales de Barrancabermeja en donde no se tiene una sección bien definida, carece de un sistema de captación, conducción y evacuación de las aguas de escorrentía, de la misma manera el rastrojo crece a lado y lado de la vía disminuyendo las velocidades de diseño, desde el punto de vista topográfico la vía de acceso es plana con pendientes muy bajas.

4.2 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL RELLENO

4.2.1 Cantidad de residuos dispuestos diariamente.

Se estima una generación aproximada entre 120 y 125 ton/día en el área que corresponde a Barrancabermeja. La población atendida corresponde a los habitantes del municipio de Barrancabermeja.

4.2.2 Composición física de los residuos sólidos de Barrancabermeja.

Los resultados de la caracterización realizada por la empresa operadora a los residuos muestra que éstos están compuestos en un 55% por material de tipo orgánico susceptible de ser aprovechado, dentro del material inorgánico presente el de mayor representación es el plástico con el 20.9% del total del residuo seguido por el cuero con el 8,5% y por último el vidrio y el aluminio con valores que no superan el 1%.

4.2.3_Vida útil del sitio de disposición final.

La vida útil de un sitio de disposición está sujeta a diversos factores que inciden de forma considerable como el crecimiento poblacional, la cultura de los usuarios y de los procesos de recolección y de reutilización y reciclaje de los compuestos manufacturados, aún de los sistemas de recuperación y tratamiento del compuesto orgánico de las basuras, máxime cuando lo que se busca por medio de las políticas ambientales nacionales es la implementación de procesos integrales para el manejo de las basuras alargando la vida útil de las áreas dispuestas para tal fin.

4.2.4 Sistema utilizado para la disposición final.

El botadero La Esmeralda está localizado en un sistema de columpios donde se presentan depresiones y colinas suaves de forma repetitiva propias del paisaje del municipio de Barrancabermeja siendo en algunos casos más pronunciadas que en otros, es el caso de esta zona del botadero que se encuentra en uno de los bajos rodeado en su gran mayoría por colinas.

Por tal motivo la disposición de las basuras se hacía en un sistema tipo área propio de terrenos relativamente planos con depresiones y hondonadas naturales o artificiales, en este tipo de sistemas se establece un área, se adecúa y se comienza la colocación de las basuras en forma progresiva con alturas variables que van abarcando el área definida, para lograr el confinamiento de las basuras se

construyó un dique perimetral en tierra y material de préstamo utilizado para el cubrimiento diario de las basuras. Los diques aportan estabilidad a los taludes finales de la celda de disposición.

4.3 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

4.3.1 Recolección de lixiviados.

De acuerdo con el cálculo de lixiviados se determinó su sistema de recolección mediante canales de drenaje por los recorridos naturales del lixiviado. Para el dren de recolección se tiene con las siguientes dimensiones ancho de 40 centímetros y 60 centímetros de alto, con tubería en PVC para drenaje de 4" de diámetro, alrededor se colocó gravilla de tamaño 3-5 centímetros la cual está recubierta por un geotextil, encima del canal se colocó arena para permitir el flujo del lixiviado, al final de los canales para una posterior entrega se encuentran las cajas recolectoras.

Para el tanque de almacenamiento se tuvo en cuenta el volumen diario de producción de lixiviados que es de 20,38 m³, el tanque tiene un volumen de 40 m³. Se cuenta con una bomba de recirculación la cual funciona esporádicamente con una capacidad de bombeo de de una hora. La bomba se ubicará en una caseta de bombeo ubicada al lado del tanque de almacenamiento, la cual tiene 1,0 metro de ancho, 2,0 metros de largo y 2,0 de alto. Se utiliza manguera de polietileno flexible de 2" la cual se colocó en huecos hechos manualmente en diferentes puntos del relleno.

4.3.2 Manejo de escorrentía superficial.

Es accesorio al manejo de lixiviados y de suma importancia para el buen funcionamiento del relleno después de clausurado, el objetivo de este manejo es controlar el cauce de aguas lluvias para evitar que se mezclen con las basuras y con los lixiviados.

4.3.3 Canales perimetrales.

Por la ubicación del relleno se permite dar un buen manejo de las aguas lluvias por cuanto los caños que lo rodean cortan las aguas superficiales de las áreas vecinas, el manejo de aguas lluvias es interno manejado mediante canales perimetrales de arcilla apisonada.

Las pendientes laterales del canal dependen principalmente de la clase de material, se diseñó con un talud de 2:1 por seguridad, puesto que la conformación geológica del sector contiene gran cantidad de arcilla y arenisca en algunas partes.

En el trazado del canal la pendiente longitudinal está determinada por las características topográficas de la ruta de conducción, el terreno en general es quebrado lo que permitió utilizar pendientes del 16 y 17% controlando de esta forma la velocidad. En la sección transversal del canal se tomó un pendiente del 1% formando en el centro una cañuela.

Se tomó el 20% de la profundidad normal del flujo como borde libre, la velocidad mínima permisible es de 0,7 m/seg por lo cual no se presenta sedimentación de partículas y crecimiento de vegetación en las paredes y fondo del canal.

Los canales perimetrales construidos al borde de carretera y en el límite del relleno es de 770 metros de longitud y un área de 17,196 metros cuadrados, con forma trapezoidal.

4.3.4 Extracción controlada de gases.

El relleno es considerado como reactor bioquímico donde sus productos de salida son los lixiviados y los gases por lo que se estableció sistemas de control. El sistema de extracción de gases es un sistema típico de rellenos sanitarios manuales, caracterizado por su sencillez técnica y funcionalidad, tratándose de

chimeneas. Una vez terminada la zanja se levantó la chimenea en piedra y después de la celda se colocaron tubos perforados para facilitar la captación y salida de gases y para que los desechos no obstruyeran los orificios del tubo se colocaron embebidos en piedra como una camisa de protección. Finalmente se le colocó una geomembrana para cubrir la parte superior de la zanja evitando de esta manera el ingreso de agua lluvia y evitando la fuga de gases al exterior por las grietas del material de cobertura y dirigiéndolas por la línea de conducción al quemador.

5. METODOLOGIA

5.1 DELIMITACIÓN GEOGRAFÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El relleno sanitario está localizado en el área rural, zona noroccidental del municipio de Barrancabermeja, sobre el kilómetro 8 de la vía que conduce a San Vicente de Chucurí, en su costado izquierdo. Las coordenadas UTM del sitio son:

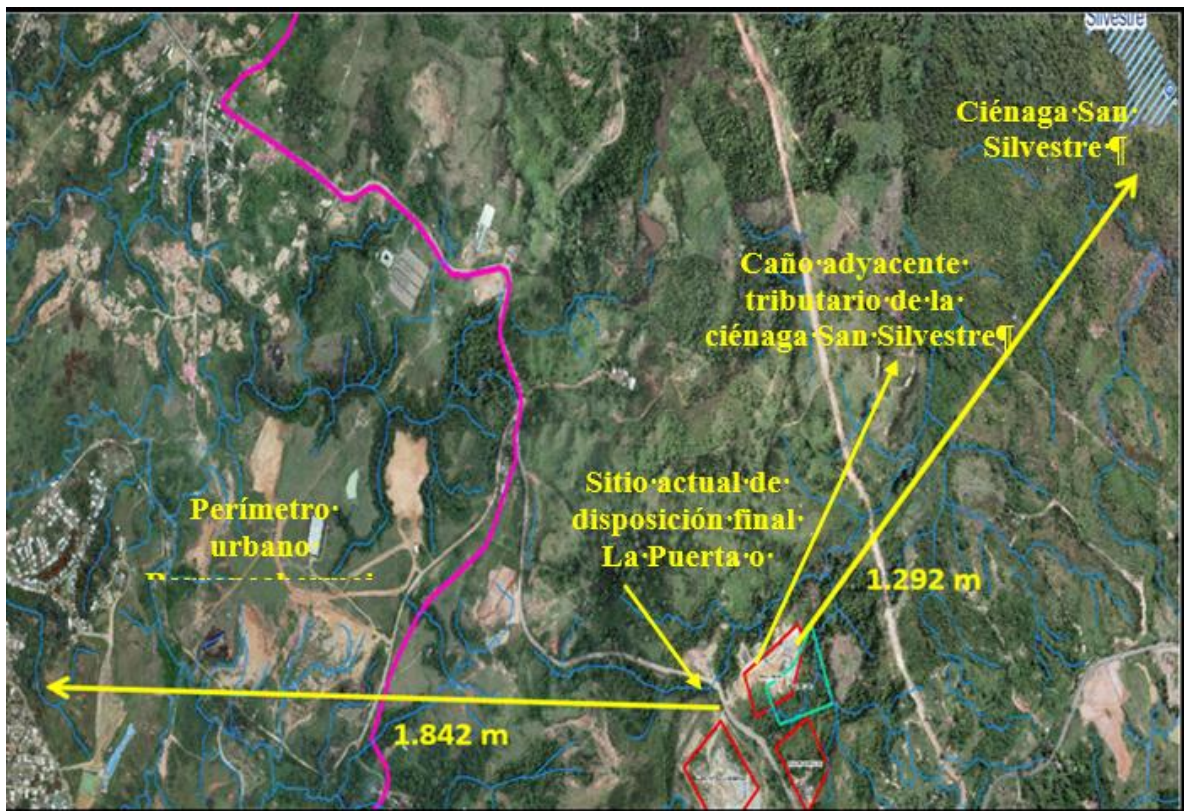
Tabla 1. Ubicación Relleno Sanitario La Esmeralda, Municipio de Barrancabermeja.

PUNTO	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
PUNTO 1.	1.029.940	1.272.507
PUNTO 2.	1.029.964	1.272.514
PUNTO 3.	1.030.167	1.272.435
PUNTO 4.	1.030.166	1.272.418
PUNTO 5.	1.030.109	1.272.306
PUNTO 6.	1.030.057	1.272.362
PUNTO 7.	1.029.979	1.272.436

Fuente: Estudio de Impacto Ambiental – Aguas de Barrancabermeja.

El sitio de ubicación se encuentra considerado dentro del Plan de ordenamiento territorial, tal y como lo contempla el Artículo 43. Suelo reservado para la infraestructura de servicios públicos, Resolución CAS 1432 de 2010, incluido a su vez en el documento de Formulación en el literal d del numeral 1.4.1.3., correspondiente al suelo reservado para infraestructura de servicios públicos.

Ilustración 1. Ubicación del relleno sanitario con respecto al perímetro urbano de Barrancabermeja y a la Ciénaga San Silvestre.



Fuente: Google Earth, 2014.

5.2 DESCRIPCION DEL MEDIO FISICO

Con el fin de describir y valorar la situación del medio receptor donde se encuentra el relleno sanitario La Esmeralda se identificaron y analizaron las variables ambientales del entorno:

5.2.1 Geología.

El municipio de Barrancabermeja, se ubica en la cuenca del Valle Medio del Magdalena, el cual se extiende aproximadamente 500 km desde El Banco (Magdalena), donde el valle está geológicamente restringido entre los macizos cristalinos de las cordilleras Oriental y Central hasta la ciudad de Honda (Tolima);

en el periodo terciario ésta cuenca está infrapuesta por una sección de sedimentos cretáceos marinos de más de cuatro mil metros de espesor, depositados sobre rocas cristalinas bajo condiciones miogeosinclinales, en la época del Eoceno inferior hubo plegamiento general de los estratos cretáceos y paleocénicos, posterior a ello se manifestó un periodo de erosión con lo que el área empezó a deprimirse asimétricamente a lo largo de un eje N-S ubicado al este del actual río Magdalena acumulándose una sección de sedimentos terciarios de más de 8000 metros, casi en su totalidad bajo condiciones continentales, anterior a ello en el mioceno superior, hubo otro plegamiento general (Andino) que dio como resultado anticlinales y sinclinales en los sedimentos terciarios, los cuales están frecuentemente rotos por fallas inversas y paralelas que buzan generalmente hacía el este. El petróleo se acumuló en varios de estos anticlinales como también en las trampas estratigráficas originadas por fallas bajo condiciones especiales. En las perforaciones se han encontrado normales con poco desplazamiento en los pisos productivos, que tuvieron cierta importancia en la localización del petróleo.

Posterior al último proceso geológico que da formación a las cordilleras, en el periodo Cuaternario, en la época del Pleistoceno Inferior, se modeló la morfología actual de la región; sin embargo en los laterales del Valle Medio del Magdalena, se identifica una serie de terrazas de alturas descendientes hacía el curso actual del río, algunas esculpidas en las formaciones cretáceas y terciarias y otras niveladas por depositación.

Las formaciones que afloran en el municipio de Barrancabermeja, son principalmente terciarios, estos descansan en la parte izquierda de la hoja sobre el pie de la cordillera Central. Las sucesiones pre – terciarias de estas dos cordilleras son muy diferentes y están descritas, aquí, de una manera breve, empezando por las formaciones más antiguas y continuando hacían las más jóvenes.

Tabla 2. Formaciones geológicas en el municipio de Barrancabermeja.

Formación	Símbolo	Descripción
Formación Lisama	Tpl	Formación Lisama se encuentra en la quebrada la Lisama, tributaria de río Sogamoso consta de 1225 metros de arcillas compactas con colores variables entre el rojo y el carmelita y de areniscas finas macizas de color gris verdoso. Las areniscas tienden ser de granos más grueso en la parte superior. A veces se encuentran en capas de carbón. El conjunto indica que fue depositado bajo condiciones lagunares deltaicos y que representa una transición de un ambiente marino del cretáceo a un ambiente no-marino del terciario.
Formación Mugrosa (Grupo Chuspas)	Tmm	Formación Mugrosa forma la base del grupo Chuspas y se subdivide litológicamente en dos horizontes: La zona C constituye un marcador eléctrico – litológico regional en el valle medio; está compuesta por areniscas grises a grises verdosas, de grano fino a medio y rara vez grueso, con intercalaciones de arcillolitas grises y violáceas. La zona B está compuesta por areniscas grises de grano fino a grueso, ocasionalmente conglomeráticas intercaladas con niveles de arcillolitas verdes, grises moteadas y pardo-rojizas, al tope se encuentra el horizonte fosilífero de Mugrosa que consiste en shales de color verde oliva y pardo localmente glauconíticos que contienen fósiles de agua dulce del género Hemisinus, dientes de reptiles, escamas de peces y vertebras de tortuga.
Formación Colorado (Grupo Chuspas)	Tmc	Esta formación se encuentra en el río Colorado y consta de 1250 metros de arcillas espesas y macizas, de colores rojo y carmelita, con varios paquetes compactos de areniscas conglomeráticas, que llegan hasta los 2500 metros de espesor a lo largo de su afloramiento. Los 800 metros más superiores están constituidos por arcillas oscuras, carbonáceas y fosilíferas designadas como Arcilla La Cira, la edad se considera en la actualidad, como el Mioceno Medio.
Grupo Real	Tmr	Descansa discordantemente sobre la formación Colorado. La sección tipo está en el sitio bandera real cerca del río Opón, al sur del cuadrángulo. La parte inferior está constituida por 35 metros de conglomerado superpuesto por 450 metros de areniscas compactas con intercalaciones de arcillas grises. Encima de estas hay 1300 metros de arcillas con intercalaciones de areniscas finas a gruesas. Después siguen más de 1000 metros de areniscas y conglomerados macizos superpuestos por 500 metros de arcillas y finalmente por 800 metros por areniscas conglomeráticas duras y grises, intercaladas con arcillas delgadas oscuras. El tamaño de los granos se disminuye progresivamente de SE a NW. En el área del río Opón es conglomerática y se vuelve arcillosa en el campo La Cira. Se cree que el grupo Real es Mioceno Superior. Se ha obtenido alguna producción en los pozos de Lisama pero se desconoce su potencialidad en otras partes
Grupo Mesa	TQpm	Está formada por arcillas negras y macizas, areniscas friables, conglomerados y gravas de escasa cementación que forman las terrazas altas. También está constituida por arcillolitas

Formación	Símbolo	Descripción
		grises oscuras, areniscas friables y conglomerados pobremente consolidados compuestos por cantos de cuarzo, chert y rocas ígneas, la parte más superior de la Formación está compuesta por gravas, con matriz arenosa y locales intercalaciones de arcilla arenosas amarillas y rojizas. El espesor del grupo llega hasta unos 250 metros. Por ausencia de fósiles se desconoce su edad, pero es probable que sea pleistoceno, convirtiéndose en el grupo más joven de la región

Fuente: ALCALDÍA MUNICIPAL DE BARRANCABERMEJA. Plan de Ordenamiento Territorial. Barrancabermeja. 2002. – MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Geología del cuadrángulo H11 de Barrancabermeja. Barrancabermeja.1966.

5.2.2 Geomorfología.

En el municipio de Barrancabermeja se destacan las Fallas de Casabe y la de Infantas, ésta última cubre prácticamente toda el área del Corregimiento El Centro, debido a reacomodamiento de bloques superficiales en las últimas etapas de la orogenia andina y posee una estructura con dirección N-S corriendo paralela al eje del anticlinal.

Geoformas de superficies colinadas onduladas. Tienen la particularidad de presentarse en forma de colinas continuas, sin llegar a tener un patrón de lineamiento definido, esto se debe a que la denudación se realizó en antiguas llenuras aluviales o serranías que presentaban alturas inferiores a 100 m.

Este tipo de geoforma cuenta con una participación del 60%, destacándose en la zona central en donde afloran las formaciones Colorado, Real y Mugrosa (formadas en un ambiente de llanura agradacional), localizadas actualmente a diferentes alturas y constituidas por capas de buzamientos pequeños, susceptibles a ser afectadas por procesos degradacionales. La morfología de este tipo de paisaje ha sido inducida por factores tales como la baja consistencia del material parental y la poca uniformidad granulométrica, llegándose a encontrar niveles

desde conglomeráticos hasta arcillolitas que influyen directamente en la permeabilidad de la zona.

Este tipo de colinas cuentan con poca elevación, hecho que mitiga la profundización acentuada de los drenajes y la formación de nuevos relieves. Estos sectores muestran un drenaje sub-dendrítico, con segmentos más homogéneos en cuanto a la longitud y profundidad. En general, los sectores caracterizados por este tipo de geo-forma presentan un drenaje de densidad media a baja, con permeabilidades variables de acuerdo al material parental (alta, si el material aflorante compuesto por arenas y gravas, y baja, si está compuesto por arcillas, margas y limos).

Dentro de este sistema de geo-forma, se encuentra otro tipo de paisaje, el cual es producto del proceso de aplanamiento de serranías afectadas por un fenómeno erosivo intenso y prolongado, el cual incluye ciclos de denudación, diástrofismo (ascensos orogénicos, epirogénicos, basculamiento, combamiento, etc.), cambios bruscos, periódicos de clima y la actividad tectónica regional; a este tipo de paisaje se le conoce con el nombre de superficies de aplanamiento. Estos procesos reflejan la morfología actual del terreno, llegando a obtener desde remanentes bien preservados con relieve suavemente ondulado, hasta colinas con cimas concordantes, suelos profundos y algunos resaltos de laderas, determinados por el entalle de nuevos valles en forma de "V", dentro de los pisos de los valles antiguos.

Según el aspecto superficial de las colinas, éstas se pueden clasificar como simétricas y asimétricas, en donde sobresalen las asimétricas por presentar un flanco más largo y de menor pendiente, debido a la dirección de la estratificación, buzamiento de los estratos, la acción tectónica y la alternancia de capas de diferente resistencia (areniscas y arcillolitas). En algunos sectores, principalmente en los campos como la Cira-infantas y el campo Galán-Galán, las colinas se

encuentran separadas por bajos topográficos susceptibles a inundaciones, que forman regionalmente valles estrechos, colmatados por sedimentos finos, compuestos generalmente por arcillas y arenas, dando una morfología de fondo plano o plano cóncavo.

Geoformas de superficie planas. Se forman por el proceso de agradación, el cual comprende un conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados tanto por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles como el agua y la escorrentía, las cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie terrestre; de igual forma comprende los sectores que presentan un relieve plano a levemente inclinado y generalmente susceptibles a inundaciones, que aportan y reciben continuamente sedimentos provenientes de la acumulación dinámica de los cuerpos de agua circundantes, principalmente de los ríos Magdalena, Sogamoso, Opón, Oponcito, La Colorada y la Llana.

Los sedimentos que componen este tipo de geoforma presentan una baja consolidación y alta humedad, factores que facilitan la acción de los diferentes agentes erosivos, cabe aclarar que el fenómeno de la gravedad, desempeña un papel fundamental para no permitir el transporte de partículas de suelo degradadas por la acción de las lluvias (aguas de escorrentía) y el viento, motivo por el cual no se evidencian grandes problemas erosivos.

Estas geoformas se pueden subdividir en varios tipos de sub-paisajes, de acuerdo a la influencia directa de los cuerpos de agua, a la composición y consolidación del material. Un Sub-paisaje de llanura aluvial (conformada por materiales acumulados por sedimentación fluvial y lagunar), se caracteriza por una morfología plana a ligeramente ondulada, formando planicies alargadas, compuestas por sedimentos de consolidación media a baja. Los espesores son variables dentro de la misma unidad y sus patrones de drenajes son controlados por un drenaje mayor de sección profunda, mientras que los tributarios son de

sección poco profunda y muy cortos. Los subpaisajes se encuentran localizados en el área donde afloran los materiales de la Formación Mesa y depósitos Cuaternarios, quienes se encuentran fuera de la influencia directa de las actuales corrientes de agua de los ríos Magdalena y Sogamoso. Morfológicamente se observa un contraste topográfico entre este tipo de subpaisaje y las geoformas de colina y de montaña.

Otro tipo de subpaisaje presente en la geo forma de superficies planas, son las observadas en el área de influencia directa de las actuales corrientes de agua del río Magdalena y el río Sogamoso (incluyendo su mismo lecho); es importante resaltar las características morfológicas de los taludes que conforman las orillas de estos dos drenajes y sus fenómenos erosivos activos.

La consolidación de las orillas se basa fundamentalmente en las características morfológicas de los taludes, la cohesión de los materiales y los procesos activos que se desarrollan en ellos. Sobre los lechos de estos dos ríos se observa desde el punto de vista morfológico la formación de islas y barras, compuestas por sedimentos aluviales recientes, que se caracterizan por su gran heterogeneidad granulométrica y su bajo grado de cohesión, por tanto es un subpaisaje de continuo cambio morfológico, tanto por acción natural de las mismas corrientes de agua como el aprovechamiento de estos materiales por parte del hombre (explotación de materiales de arrastre). En general este subpaisaje se localiza en inmediaciones de la ribera y lechos de ríos Magdalena y Sogamoso con mayor énfasis en el primero.

5.2.3 Hidrología.

La subcuenca hidrográfica del sistema cenagoso y Quebrada El Zarzal, se encuentra ubicada sobre la vertiente derecha del Río Magdalena al sur del Río Sogamoso, posee una superficie tributaria aproximada de 966 km² con un

perímetro correspondiente de 181,6km, abarca parte del territorio de los municipios de Barrancabermeja y San Vicente del Chucurí.

La Quebrada El Zarzal nace a una altura de 77 msnm al noreste del bloque Lizama y tiene una longitud de cauce de 70,5km hasta la desembocadura sobre el Río Sogamoso, según análisis morfométrico arroja como resultado una pendiente promedio de 0,16% que indica un estado estacionario de 25,4 horas con una dirección predominante al noroeste según el recorrido de los diferentes drenajes o afluentes de la Quebrada El Zarzal.

La Quebrada El Zarzal presenta un sistema meándrico y sinuoso conformado por curvas trasversales, de la misma forma los principales afluentes son las Quebradas Peroles o Vizcaína, Las Mesetas, Las Margaritas y los caños Las Flores, caño Veintitrés y caño Seis. Hacia la zona baja de la cuenca costado noroeste del AID se identifica un sistema cenagoso compuesto por las Ciénagas El Llanito, San Silvestre, El Zarzal y Zapatero.

La ciénaga San Silvestre se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Barrancabermeja y al sur de la ciénaga Llanito, cuenta con una extensión de 13.47km² y un perímetro de 68,74 kilómetros aproximadamente, la ciénaga es alimentada por las aguas de la Quebrada el Zarzal e igualmente recibe aguas de tributarios menores como lo son Caño Cinco y demás existentes en el área de influencia, y posteriormente desemboca en el Río Sogamoso por medio del Caño San Silvestre; a 50 metros aproximadamente de su desembocadura confluyen las aguas de la ciénaga El Llanito. Estos cuerpos forman un sistema amortiguador de las crecientes durante la época de lluvias de los ríos Sogamoso y Magdalena siendo visibles los procesos de refugio y remanso, dándose la inundación de la cuenca.

5.2.4 Clima

La región del Magdalena Medio santandereano se caracteriza por presentar lluvias que están determinadas por los movimientos de la zona de confluencia intertropical a lo largo del año. En el primer semestre esta zona se desplaza de sur a norte y produce un aumento de precipitación para los meses de abril a junio. En el segundo, se produce un movimiento de la zona de norte a sur que genera lluvias en los meses de septiembre a noviembre. Asimismo, en el segundo semestre las precipitaciones son más altas pues, en su desplazamiento, la zona de confluencia intertropical trae masas de aire cargadas de vapor provenientes del océano Atlántico. Las precipitaciones generadas sobre esta región son de origen conectivo.

5.2.4.1 Temperatura. El área de estudio, se caracteriza por una temperatura media anual de 28,3 °C, con variaciones medias mensuales mínimas de 20,3 °C a máximas de 35,8 °C, en los meses de septiembre y febrero, respectivamente.

Tabla 3. Temperatura de Barrancabermeja en un periodo de un año.

Variable	Temperatura (°C)		
	Máxima	Media	Mínima
Mes			
Enero	35,3	28,6	21,2
Febrero	35,8	28,9	21,1
Marzo	35,6	28,8	21,0
Abril	35,4	28,4	21,0
Mayo	35,3	28,2	21,0
Junio	35,2	28,2	21,0
Julio	35,4	28,5	20,8
Agosto	35,4	28,3	20,5
Septiembre	35,0	28,0	20,3
Octubre	34,4	27,4	20,6
Noviembre	34,1	27,5	20,9
Diciembre	34,4	28,1	21,3

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. Informe Estación meteorológica Aeropuerto Yariguíes, código 2315503. Bogotá. 2013.

5.2.4.2 Precipitación. La precipitación en el área de estudio es de régimen bimodal, o sea que presenta dos períodos de lluvia y dos períodos secos

intercalados en el año. Los meses más lluviosos son abril, mayo y junio en el primer semestre y septiembre, octubre y noviembre en el segundo.

El mes en el que se presenta mayor intensidad de lluvias es octubre con 419 mm en promedio y donde existe significativa ausencia de estas es el mes de enero alcanzando una media de 56 mm.

Tabla 4. Precipitación de Barrancabermeja en un periodo de un año.

Variable	Precipitación	
	Media (mm)	No. días
Enero	56	7
Febrero	104	9
Marzo	187	14
Abril	277	19
Mayo	379	21
Junio	270	18
Julio	243	17
Agosto	257	19
Septiembre	356	21
Octubre	419	21
Noviembre	325	18
Diciembre	138	11
Total	3.011	194

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. Informe Estación meteorológica Aeropuerto Yariguíes, código 2315503. Bogotá. 2013.

5.2.4.3 Viento. Por definición, el viento es el movimiento natural del aire. Se determina con la dirección o punto del horizonte desde donde sopla y por su velocidad, de la cual depende su mayor o menor fuerza.

La velocidad del viento determina el desplazamiento del aire en un tiempo determinado, se utilizan como unidades el metro lineal y el segundo (m/s). Se ha convenido internacionalmente que el viento en superficie corresponde al medido a una altura normalizada de 10 m sobre el suelo, en terreno descubierto.

Tabla 5. Velocidad media del viento Barrancabermeja en un periodo de un año.

Variable	velocidad media del viento m/s
Mes	
Enero	0,61
Febrero	0,74
Marzo	0,71
Abril	0,71
Mayo	0,64
Junio	0,66
Julio	0,73
Agosto	0,79
Septiembre	0,76
Octubre	0,70
Noviembre	0,58
Diciembre	0,53
Media	0,68

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia - IDEAM. Informe Estación meteorológica Aeropuerto Yariguíes, código 2315503. Bogotá. 2013.

5.2.4.4 Evaporación. La evaporación media en la estación Yariguíes es igual a 127,5 mm. Los mayores valores se registran durante los meses con mayor brillo solar, siendo así los meses de enero, julio y agosto los que registran 144, 145 y 141 mm, que equivale al 28% de la evaporación del año. El menor promedio se obtiene en el mes de noviembre con un valor de 106 mm.

Tabla 6. Evaporación de Barrancabermeja en un periodo de un año.

Variable	Evaporación (mm)
mes	
enero	144
febrero	129
marzo	136
abril	121
mayo	123
junio	123
julio	145
agosto	141
septiembre	127
octubre	113
noviembre	106
diciembre	122
media	127,5

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología Y Estudios Ambientales De Colombia - IDEAM. Informe Estación meteorológica Aeropuerto Yariguíes, código 2315503. Bogotá. 2013.

5.3 DESCRIPCION DEL MEDIO BIOTICO

El medio biótico está conformado por la interrelación de organismos vivos (fauna y flora) que habitan un territorio determinado y que conjuntamente con los factores abióticos constituyen hábitats específicos denominados ecosistemas. Se realizó la evaluación de los componentes flora y fauna con el fin de determinar los impactos que la actividad podría tener sobre estos, adicionalmente se determinaron los ecosistemas estratégicos, sensibles o áreas protegidas en el área de influencia indirecta del proyecto existentes en el área de influencia del proyecto.

5.3.1 Bioma.

El sitio de interés se encuentra en el El Zonobioma húmedo tropical del Magdalena y Caribe corresponde a tierras bajas de piso térmico cálido, ubicadas con elevaciones no superiores a 500 msnm, caracterizadas principalmente por presentar lomeríos, erosionales y fluviogravitacionales y también áreas colinadas presentando abundantes drenajes; en cuanto a los ecosistemas presentes dentro del Zonobioma, los bosque naturales son reportados como los más representativos en cuanto a su extensión, con 64.470,17 ha (32,18%), seguido de pastos con 51.169,93 ha (25,54%), en tercer lugar se reporta vegetación secundaria 10.540,40 ha (5,26%), Áreas urbanas 2.549 ha (1,27%), los ecosistemas de Cultivos anuales transitorios, Cultivos semipermanentes y permanentes, Áreas agrícolas heterogéneas, Bosques plantados e hidrofítia continental, presentan una distribución menor al 1% del total del área de estudio.

5.3.2 Zona de Vida

De acuerdo con el sistema de clasificación ecológica de zonas de vida propuesto por Holdridge (1947), en el cual se tienen en cuenta parámetros como biotemperatura, precipitación y altitud para la zona de estudio, se definen los valores medios en cada parámetro estableciendo los límites de las zonas de vida dentro del área de interés, con los cuales se enmarca la zona de estudio como Bosque

Húmedo Tropical (bh-T), correspondiente a la franja altitudinal ubicada entre 65–1.075 m.s.n.m y piso térmico cálido con temperatura media anual de 27,72C°. El bosque que se encuentra en esta zona de vida está conformado por varios estratos arbóreos de gran complejidad florística con doseles en algunos casos superiores a 20 m de altura; el sotobosque se caracteriza por la alta presencia de hierbas, arbustos y lianas; en los estratos superiores, proliferan epifitas y parásitas. Las condiciones edáficas hacen variar la estructura del bosque: Si los suelos son pobres o mal drenados, se provoca una reducción en el tamaño y en la riqueza florística. Esta zona de vida en su mayoría ha sido desmontada y actualmente se utiliza en ganadería y agricultura de sostenimiento.

5.3.3 Provincia biogeográfica.

Está conformada por extensos territorios que poseen gran número de especies y algunos géneros endémicos, tienen grupos afines de series y series de vegetación propios o exclusivos, así como peculiares y característicos patrones de zonificación altitudinal de la vegetación. Según Hernández (1992) “La realización de estudios biogeográficos resulta indispensable para el conocimiento y caracterización de la diversidad biológica del país pues, por una parte, permiten conocer la distribución original y actual de la biota y, por otra, atender muchas de las necesidades para su conservación y manejo”.

Se determinó que el sitio en el que se planea desarrollar el proyecto se ubica dentro de la Provincia biogeográfica del Choco – Magdalena, de acuerdo a la clasificación realizada Hernández (1992) esta provincia comprende la llanura del Pacífico desde Panamá hasta el límite con Ecuador, el extremo septentrional de la cordillera Occidental, los valles de los ríos Atrato y León que drenan al mar Caribe, el valle del bajo río Cauca, las partes altas de los ríos San Jorge y Sinú, el valle medio del río Magdalena, las selvas húmedas de la cuenca del río Catatumbo y también la isla de Gorgona. En esta región intertropical, se presentan variaciones climáticas de temperatura poco significativas y es común que existan dos

temporadas marcadas de precipitaciones entre los meses de abril a mayo y octubre a diciembre. Los bosques de esta zona se asocian a relictos dentro de la cuenca y a los bosques riparios de las corrientes hídricas presentes en las submicrocuencas.

5.3.4 Ecosistema del área de influencia directa del proyecto.

Se define Ecosistema como un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente, que interactúan como una unidad funcional materializadas en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y antrópicas.

Con el fin de determinar el tipo de ecosistema presente dentro del Área de Influencia del Proyecto, se tuvieron en cuenta aspectos relevantes que definen las condiciones bioecológicas actuales como Zonas de vida, Biomas y Provincias biogeográficas.

El proyecto se encuentra enmarcado dentro del Valle del Rio Magdalena en donde las condiciones topográficas del área están influenciadas por las estribaciones de la cordillera Oriental y caracterizada por la presencia de una zona predominantemente plana, baja y de pendientes menores al 7%, que constituye la parte más baja sobre las márgenes del Rio Magdalena con altitudes de 65 msnm y a medida que se recorre el área de influencia en sentido norte sur se hace más estrecho el valle aumentando su altitud hasta su máxima cota a los 1.075 msnm aproximadamente hacia las estribaciones de la cordillera Oriental en el Municipio de San Vicente del Chucurí. El Valle del Magdalena constituye una de las regiones productivas más dinámicas donde se encuentra buena parte de las expectativas sobre el futuro económico del departamento.

El paisaje difiere a lo largo del Valle del Magdalena, desde las zonas selváticas y húmedas donde se realiza alguna explotación forestal, pasando por la fertilidad de

los valles y mesetas para la agricultura y la ganadería, hasta encontrar una vegetación natural relativamente pobre en las zonas frías y una vegetación de porte bajo donde se encuentran pinos frailejones y yerbas ralas en las zonas de Páramo.

Los principales asentamientos poblacionales de la región se encuentran en los de primeros pisos térmicos, en alturas que no superan los 2.000 metros sobre el nivel del mar (msnm), en especial sobre el piso térmico templado, donde se desarrolla una gran diversidad de actividades humanas, lo cual ha generado un proceso de concentración de la población en algunas zonas de esta área.

5.3.5 Áreas Protegidas.

La protección de los ecosistemas estratégicos y/o sensibles propende por una mayor conservación de la diversidad biológica, refiriéndose a la conservación de los ecosistemas y hábitats naturales y semi-naturales y de poblaciones viables de especies en su entorno natural, considerando la composición, estructura, función y potencial evolutivo de la biodiversidad, manteniendo la pluralidad de paisajes, al igual que el de las especies y ecosistemas asociados, las cuales por acciones básicamente antrópicas han presentado un deterioro progresivo.

Al indagar sobre las áreas de carácter nacional, regional y local con las entidades territoriales, las Autoridades Ambientales como CAS, MADS y UAESPNN y los instrumentos de planificación como el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), se encontró que en el área de Influencia indirecta del proyecto se encuentra un área protegida de carácter regional como se describe a continuación:

Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) del Humedal San Silvestre. Esta área protegida fue declarada y alinderada mediante Acuerdo N° 00058 del 27 de Noviembre de 2006 por el Consejo Directivo de la Corporación Autónoma Regional de Santander - CAS, en los municipios de Barrancabermeja y San

Vicente de Chucurí por considerar esta área como ecosistema estratégico debido a su amplia red de drenajes y nacimientos que abastecen los municipios aledaños.

El 16 de Junio de 2011 el Acuerdo N°181, homologó la denominación de área protegida, asignando el nombre de Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) del Humedal San Silvestre, de igual manera modificó la extensión y coordenadas respectivas, las cuales se detallan en el Artículo Tercero del Acuerdo en mención. En el área de influencia directa no se evidenció la presencia de ningún ecosistema estratégico.

5.3.6 Flora.

De acuerdo con la metodología Corine Land Cover (2010), el área de influencia directa del proyecto corresponde a la cobertura denominada Pastos Arbolados, esta cobertura incluye las tierras cubiertas con pastos, en las cuales se han estructurado potreros con presencia de árboles de altura superior a cinco metros, distribuidos en forma dispersa.

Al realizar un análisis de los aspectos bióticos de la zona, se puede apreciar que la sobreexplotación de los recursos de la zona ha llevado a un deterioro en las condiciones ambientales de la misma, los terrenos han sido adaptados para actividades industriales en la cual se utilizan pastos manejados entre los cuales sobresale *Brachiaria* sp.; se observan zonas con rastrojo bajo y alto, y algunos potreros con árboles aislados.

En el área de estudio se observa una presión antrópica constante sobre los recursos naturales debido a las actividades económicas desarrolladas en ella, las cuales generan impactos sobre el medio ambiente otorgándole cierto grado de sensibilidad y características específicas, los rastrojos son arrasados mediante quemadas controladas ya sea para el establecimiento de potreros, agricultura y /o ganadería; esto provoca la falta de homogeneidad de los paisajes que se han

convertido en mosaicos que integran la vegetación natural, los agro ecosistemas y en la mayoría de los casos etapas tempranas de sucesión vegetal (rastrajos). Ver Anexo A. Composición florística de la cobertura vegetal pastos arbolados en el municipio de Barrancabermeja, Santander.

5.3.7 Fauna.

La fauna silvestre se constituye en uno de los componentes funcionales de la biodiversidad, y como tal, se trata de un elemento fundamental en la dinámica de los ecosistemas naturales, e indicadora del estado de los mismos. Desde el punto de vista económico, social y cultural, la fauna silvestre cobra importancia por ser fuente de ingresos alimenticios, estéticos, en investigaciones biomédicas, para usos recreativos y culturales.

Este componente reviste importancia ecológica por su relación directa con los procesos de regeneración, polinización y mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas y en algunos casos por encontrarse en proceso de extinción ante la fuerte presión humana ocasionada por actividades antrópicas como la cacería, la ganadería y la agricultura.

Estas dos últimas han afectado la cobertura vegetal nativa, lo que incide directamente en la pérdida de hábitats naturales y sobre las especies de valor comercial en el caso de la cacería de subsistencia. A pesar de la fuerte presión antrópica sobre la fauna, Colombia se posiciona como el país con más riqueza en especies por unidad de área, con el 10% de la biodiversidad mundial en 0,7% de la superficie terrestre.

La realización de inventarios de biodiversidad se convierte en una herramienta básica para el conocimiento de los elementos que la conforman, los cuales se encuentran distribuidos en diferentes niveles jerárquicos (genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas). De igual manera, permiten realizar un

análisis de la organización de dichos elementos a nivel espacial, temporal y sus interacciones con otros elementos presentes, como los tipos de vegetación, las comunidades humanas, y actividades industriales, entre otros.

El área de influencia indirecta del proyecto constituye una zona abierta con árboles dispersos, utilizadas principalmente para la actividad ganadera (potreros). Dado que este tipo de cobertura es homogénea y la estructura es poca, es muy común encontrar especies faunísticas generalistas que aprovechan los pocos recursos existentes o utilizan estos lugares transitoriamente como puentes para pasar de un bosque a otro. Las especies encontradas aprovechan recursos de algunas plantas como la guayaba y pequeñas plantas que producen pequeños frutos y espigas. En muchos casos la fauna necesita de recursos adicionales por lo que son comunes migraciones locales a bosques de galería y rastrojos.

Los mamíferos son raros en este tipo de coberturas, aunque se evidenció el tránsito de algunos, como ardillas (*Sciurus granatensis*), los faras de monte (*Didelphis marsupialis*), armadillos (*Dasyus novemcinctus*) y conejos de monte (*Sylvilagus brasiliensis*) forrajeando en los pastizales en busca de alimento y refugio.

Las aves, son un grupo bien representado aunque la mayoría de las especies son generalistas y de amplia distribución. Especies como los copetones (*Zonotrichia Capensis*), cocineras (*Crotophaga ani*), canarios (*Sicalis flaveola*), mirlas *Mimus gilvus*, Espiguero lineado (*Sporophila lineola*) y suelda crestinegra (*Myiozetetes cayanensis*), entre otros dominan la zona significativamente sobre otras especies menos comunes pero igualmente generalistas. Otras frugívoras como azulejos (*Thraupis episcopus*) y tangaras como *Tangara cyanicollis* y *Tangara nigroviridis* aprovechan recursos alimenticios brindados por árboles y arbustos pequeños distribuidos de manera aislada dentro de los potreros.

6. ACTIVIDADES EJECUTADAS EN EL RELLENO SANITARIO EN LO CONCERNIENTE A LA ETAPA DE CLAUSURA

El plan de clausura muestra todas las características del lugar completo e identifica el responsable para implantar la clausura de las instalaciones, con esta actividad se debe asegurar la integridad a largo plazo del relleno sanitario con respecto a cualquier impacto ambiental, soportar el crecimiento de la vegetación o soportar el posible uso mediante la construcción de obras complementarias.

Las principales actividades desarrolladas para la clausura de la celda son principalmente estabilización de taludes, evacuación de gases, mantenimiento de zonas verdes, monitoreo a cuerpos de agua, mantenimiento de canales de aguas lluvias y mantenimiento al sistema de recirculación del lixiviado.

6.1 MANEJO DE GASES

El manejo de gases se realiza por medio de chimeneas que se encuentran unidas a las tuberías del filtro horizontal con codos de 90 ° en toda el área de disposición en la celda clausurada, las cuales suben en chimeneas construidas en gaviones, las cuales van desde el fondo o inicio de la chimenea hasta la superficie de la última capa de basura. La recirculación del lixiviado provoca aumento en la producción de metano en un 40% y esto conlleva a tener que combustionarlo. La periodicidad con la que se efectúa la operación de combustión es aproximadamente cada 2 días, es decir 3 veces por semana se cuenta actualmente con 14 chimeneas en el área clausurada son gaviones de 1m*1m*1m que se conectan entre sí por el filtro longitudinal.

El registro de monitoreo de gases es un proceso primordial para el análisis de seguridad del botadero pues con este se sabe si hay exposición a amenazas de explosiones o incendios.

6.2 MANEJO DE LIXIVIADOS

Se tiene un sistema de evacuación de lixiviados compuestos básicamente por filtros instalados al interior de la celda encargados de captarlos para luego conducirlos por medio de tubería de conducción a un tanque para su respectiva recirculación. El sitio de disposición posee sistemas internos que están en constante mantenimiento, así mismo la operación de los sistemas dinámicos como la combustión del metano y el bombeo del sistema de lixiviados tiene continuamente seguimiento para que sea eficiente y no se vea afectado el medio ambiente.

El sistema para lixiviados consiste en la recirculación del mismo, esto se efectúa por unas tuberías perforadas tipo flauta que captan por infiltración el lixiviado, este pasa por un filtro longitudinal en material de canto rodado y lo conduce a una tubería de conducción en forma de espina de pescado que lleva el material a un tanque de 50 m³ de capacidad y que capta el caudal de lixiviado de la celda clausurada.

En este tanque se encuentra un sistema de bombeo que recircula el lixiviado succionándolo del tanque y llevándolo a la parte alta de la celda clausurada a través de una manguera de impulsión hasta los aspersores que dispersan el flujo en la mayor parte del área de la celda y así volviéndose a infiltrar hasta la tubería perforada. Este sistema fomenta la escorrentía superficial, pero este parámetro se controla con la siembra de pasto que amortigua el arrastre de sedimentos por la fuerza del agua evitando erosión hídrica. Se cuenta con dos bombas de las cuales una se encuentra en constante funcionamiento y la otra se almacena como apoyo si la anterior presenta alguna falla. La recirculación de lixiviado se favorece con el estado de la temperatura ya que ésta ayuda a la regulación del caudal por medio de la evaporación del líquido. La producción media diaria de lixiviado de la celda

clausurada es de 0,011 L/seg que se dispone en el tanque en el que se lleva a cabo la recirculación.

A los canales de separación de aguas lluvias existentes se les realiza limpieza y remoción de sedimentos porque lo amerita el tipo de pasto (*Brachiaria sp*) plantado en la celda clausurada, es un tipo de pasto que se reproduce por rizomas lo cual le permite extenderse y taponar el canal de separación de aguas lluvias con esto se está evitando la colmatación del canal y el taponamiento del mismo, así mismo el encharcamiento de agua en el área.

Este canal rodea las celdas con una longitud de 1800 metros lineales, construido con una sección trapezoidal y en concreto reforzado de 3000 psi, así mismo se realiza el mantenimiento de las zonas verdes para controlar el crecimiento del pasto y la cobertura vegetal.

6.3 CONTROL DE TALUDES Y ESTABILIDAD DE LOS SUELOS

Las principales actividades realizadas para el control de taludes y estabilidad de suelos son la siembra de pasto, control de escorrentía, control de pendientes con maquinaria, lo ideal es trabajar pendientes de taludes 2:1 que minimicen el riesgo de una desestabilización y además se realice revegetalización en el área.

El reperfilado del talud se realizará de abajo a arriba. Con objeto de optimizar los medios materiales a emplear y minimizar la duración global de los trabajos, se reperfilará en primer lugar el talud desde su base hasta la primera berma. Posteriormente se procederá a instalar las capas de sellado en la zona reperfilada. Una vez finalizada esta operación, se continuará con el reperfilado del talud desde la primera hasta la segunda berma, y se procederá a continuar su sellado. Esta operación se repetirá sucesivamente hasta alcanzar la plataforma de coronación del relleno. Con este fin la empresa propuso:

Una vez se alcance la altura máxima de cada celda estimada en 2 m, se procederá a la cobertura final con un espesor de 75 centímetros, la cual está conformada por las siguientes capas, de conformidad al RAS 2000:

Capa o barrera de control de infiltración, la cual debe tener un espesor mínimo de 0,45 m. Esta capa se conformara con el mismo material de cobertura de las celdas y se compactara bajo las mismas condiciones para lograr una permeabilidad no superior a $1 \cdot 10^{-5}$. Posteriormente se debe instalar una geomembrana sobre el estrato de suelo compactado.

Capa de control de erosión, esta capa debe tener un espesor no inferior a 0,15 m consistente en terreno natural con alto contenido de material fino, carecer de objetos punzantes.

Capa orgánica, con un espesor de 0,15 m, con las siguientes características: color oscuro, pH neutro a ligeramente ácido (entre 5 a 7), contenido de materia orgánica del 20% o mayor. Se realizará la compactación mínimo de 5 veces antes de iniciar con la capa en tierra, y esta a su vez será compactada con un espesor mínimo de 50cm utilizando maquinaria pesada. La capa compactada de cobertura tendrá una pendiente comprendida entre el 2% y el 3%.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Podrá utilizarse material proveniente del sitio siempre que a juicio de la interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y asentamiento mínimo. De acuerdo con el tipo de trabajo, la interventoría podrá ordenar los ensayos necesarios (Límites de Atterberg, humedad natural, proctor modificado, CBR, y otros) para determinar su aceptación como material de lleno. El contratista está en la obligación de seleccionar, transportar, almacenar y proteger los materiales aptos para llenos, que se obtengan como resultado de las

excavaciones, todo lo anterior a su costo y bajo su responsabilidad. Estos materiales son propiedad de la entidad contratante y el contratista deberá emplearlos, en primer lugar, para las actividades previstas en la obra. Una vez aceptado el material por parte de la interventoría, el contratista procederá a organizar su trabajo y colocación, evitando la contaminación con materiales extraños o inadecuados.

La compactación se hará en capas aproximadamente de 20 cms subiendo el lleno simultáneamente con el fin de evitar esfuerzos laterales. La interventoría podrá exigir que el equipo cumpla con características determinadas de acuerdo con: Dimensión, espesor total, volumen total, características del suelo. En la compactación deberá obtenerse una densidad del 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo de proctor modificado. La humedad del material será controlada de tal manera que permanezca en el rango requerido para obtener la densidad especificada.

Luego se dispondrá una capa de suelo orgánico sobre la capa de arcilla, que permita iniciar un proceso de revegetalización del mismo. Este proceso se debe realizar en forma ordenada, constituyendo de esta manera una protección a los procesos erosivos.

6.4 AVANCES EN LA CLAUSURA DE LAS CELDAS INOPERADAS

En cuanto a las labores de cierre, clausura y restauración ambiental, que se han ejecutado desde en las celdas inoperadas del relleno sanitario; es importante señalar que se logró evidenciar que mediante la utilización de maquinaria se realizó replanteo y reconfiguración de los taludes de la masa de residuos, logrando obtener la densidad de compactación adecuada y asentamientos efectivos del terreno, los cuales permitieron dar inicio a acciones como impermeabilización con material natural (arcilla) y sintético (geomembrana de 60

mils), además mediante la tecnología de hidrosiembra de especies vegetativas de fuerte arraigo en el sistema de trinchos utilizando material de bambú se revegetalizaron dichas zonas deshabilitadas; no obstante lo anterior es de relevancia aclarar que debido al abandono en el que se tiene el actual sitio de disposición final de residuos sólidos de Barrancabermeja, las actividades y obras adelantadas hoy en día se encuentran muy deterioradas y al total acceso de semovientes quienes se alimentan con el material vegetal plantado sobre los taludes.

Ilustración 2. Evidencia de las labores de cobertura final de celdas inoperadas.



Fuente: Autores

Ilustración 3. Obras de cierre, clausura y restauración ambiental incompletas.



Fuente: Autores

7. RESULTADOS

Las emisiones del relleno sanitario siguen produciéndose hasta 25 años después de su cierre, dependiendo de la cantidad de material orgánico dispuesto, de la compactación y de las condiciones climáticas. Generalmente, se puede decir que se terminan las emisiones más rápidamente en regiones calientes y en rellenos pequeños. En este periodo, existe también el peligro de asentamientos, derrumbes y explosiones causadas por el gas metano.

Por esta razón, el área de relleno no se debe utilizar para urbanizaciones o para agricultura durante este periodo. El mejor uso para el terreno de un relleno cerrado es:

Área de protección natural (bosque protector, vivero, o área verde sin interferencia humana).

Uso del terreno para otras actividades de manejo de los desechos sólidos, que no implican la construcción de grandes edificios o máquinas pesadas, como por ejemplo la lombricultura.

Parque, área de deportes (con prohibición de fumar o de hacer parilladas).

7.1 ACCIONES Y OBRAS NECESARIAS PARA CONCLUIR LA CLAUSURA DEL RELLENO SANITARIO

El área a reintegrar deberá presentar un mosaico de hábitats potenciales y subyacentes, que garanticen la oferta de recursos para el establecimiento de la diversidad biótica. Los elementos del ambiente contenidos en esta, deben ser los suficientes para permitir pocos esfuerzos en la aplicación de tratamientos para la

restauración. A su vez deben facilitar la heterogeneidad, la integralidad y la armonía entre los componentes físicos, ambientales y biológicos. Por lo tanto el área seleccionada deberá integrar cuerpos de aguas superficiales, relictos o bosques circundantes.

Para la reintegración paisajística de un relleno sanitario, es necesario tener en cuenta las condiciones originales del terreno adyacente, es decir terrenos ondulados, con pendientes leves y depresiones suaves, en caso de que esto no suceda, deberá adecuarse el terreno a las condiciones antes mencionadas con el fin de que no existan cambios abruptos en la topografía del área.

Adicionalmente, es necesario identificar la composición de la zona adyacente al área a reintegrar, lo cual facilitará el diseño y aplicación de tratamientos que favorezcan y aceleren la actividad, por otro lado, el flujo de semillas que pueden colonizar el lugar permite acelerar los procesos de sucesión vegetal.

El repoblamiento de especies típicas de etapas sucesionales intermedias y finales, ocurre más lentamente en las áreas aisladas que en zonas adyacentes a los parches de bosque donde se encuentra la mayor abundancia de semillas. Para la producción y suministro de semillas de especies nativas para programas de reintegración paisajística, se debe iniciar el proceso con especies pioneras en la fase inicial de sucesión. Es necesario analizar las características de las especies (exigencias, tolerancias, cualidades, etc), una vez establecidas estas zonas como ámbito de aplicación del estudio o hábitat de referencia, será preciso ir resaltando progresivamente las especies que se consideran candidatas a la selección.

La deficiencia de nutrientes es común en los suelos utilizados para la clausura de rellenos sanitarios, la deficiencia de la cubierta vegetal en donde se encuentran concentrados la mayor cantidad de macro y micronutrientes trae como consecuencia un suelo deficiente. Con la ausencia de la cubierta vegetal se

pierden los microorganismos que ayudan a descomponer la materia orgánica para que pueda ser absorbida por las plantas, esta condición limita el crecimiento de plántulas en suelos desnudos, disminuyendo su potencial de regeneración.

Estos escenarios muestran una gran deficiencia de nutrientes debido a la ausencia de una estructura que soporte todos los elementos que integran el suelo. Lo anterior hace que la vegetación que predomina en estas áreas no prolifere con facilidad. Por tal razón para iniciar un proceso de reintegración al paisaje se debe tener en cuenta la disponibilidad de nutrientes presentes en la capa orgánica que se encuentra en los remanentes de bosque adyacentes al disturbio, los cuales contienen suelos con abundante hojarasca en la que se encuentran microorganismos que pueden favorecer el restablecimiento del mismo.

Las actividades de relleno y acondicionamiento topográfico deben realizarse por capas horizontales hacia arriba, compactando las primeras capas para garantizar la estabilidad del terreno, el control del almacenamiento y flujo de agua. Aunque la forma de disposición de las capas y el grosor de cada una dependerán de la identificación realizada en la estructura del suelo contiguo no intervenido (natural), lo ideal es que el orden de disposición ascendente de materiales sea grava, arcilla, gravas finas, limos o material mezclado y tierra orgánica. Esta distribución puede variar también de acuerdo a la disponibilidad de los materiales en el área.

El acondicionamiento topográfico deberá hacerse siguiendo el patrón del relieve natural de la zona y tomando como eje la distribución de las fuentes hídricas para lograr pendientes suaves y terrenos con algunas ondulaciones que favorezcan el control de la erosión, el soporte de la cubierta vegetal y el mantenimiento de la humedad sin generar inundaciones. En términos generales se debe evitar que la cobertura final sea totalmente plana, ya que esta condición restringe el desarrollo de la vegetación.

7.2 PROPUESTA DE REINTEGRACION PAISAJISTICA

El proceso de reintegración al paisaje en las áreas degradadas por la actividad de disposición de residuos sólidos en la región, debe iniciar propiciando las condiciones para el establecimiento de la vegetación en las celdas reconformadas. Una vez acondicionado el sustrato y enriquecido con la capa de materia orgánica remanente o elaborada, se procederá al establecimiento de las especies. La presencia de vegetación pionera, generalista y heliófila como Gramíneas, Ciperáceas, Leguminosas, Melastomatáceas, Rubiáceas, , Euphorbiáceas y Clusiáceas, favorecerán el aporte de materia orgánica mejorando las propiedades del suelo, disminuyendo procesos erosivos, dando paso a la sucesión natural del área disturbada y el inicio de procesos ecológicos asociados como la herbívora, polinización, dispersión y niveles tróficos básicos.

Se proponen unos mecanismos de reintegración al paisaje que favorezcan procesos ecológicos fundamentales y que permitan devolver al área perturbada parte de la composición que tenían originalmente. Las actuaciones propuestas para la reintegración paisajística del relleno caso de estudio son las siguientes:

7.2.1 Operaciones y labores.

La propuesta de reintegración paisajística inicia con la consecución de unas condiciones favorables en el sustrato, para el desarrollo de la vegetación herbácea y leñosa a implantar. Complementariamente, se realiza un refino final cuidadoso de las superficies a sembrar, con una finalidad más estética. Para ello, se extenderá una capa de tierra vegetal de un espesor aproximado de 30 cm sobre la capa de sellado. Este aporte de tierra vegetal será necesario para la preparación de un adecuado lecho edáfico que garantice la viabilidad de las plantaciones y siembras.

Si las condiciones climáticas son extremas, el terreno debe estar húmedo y se recomienda la instalación de poli sombra o geotextil que permitan en pocos días el establecimiento de la cubierta vegetal. En taludes de fuerte pendiente se utilizan soportes de hidrosiembra para revestir el talud y sujetar la mezcla y el suelo.

7.2.2 Hidrosiembra.

El aporte del material vegetal se realizara mediante la técnica denominada Hidrosiembra, esta consiste en la proyección sobre el suelo de una mezcla homogénea de semillas, estabilizadores de suelos, fertilizantes u otros elementos, mediante una máquina sembradora. La aplicación se realiza desde una cuba móvil con bomba de presión y boquillas de distribución.

Ilustración 4. Estabilización de taludes con hidrosiembra Complejo Industrial Barrancabermeja.



Fuente: Autores

Asimismo se recomienda el uso de mulches para hidrosiembras, estos son materiales generalmente orgánicos que extendidos sobre el suelo amortiguan la

erosión por efecto de la lluvia, reducen la escorrentía superficial y la velocidad de evaporación; aumentan el contenido de humedad del suelo, protegen a las semillas; aportan materia orgánica al suelo; moderan la temperatura; y conservan la estructura del suelo, los más utilizados son: aserrín, cascarilla de arroz, paja, coco entre otras. Después de unos minutos de agitación y mezcla constante en el tanque, la mezcla se proyecta a presión a los taludes o superficies.

A continuación se realizará una hidrosiembra de las superficies alteradas, a fin de devolver la cubierta vegetal imperante en el entorno. Se utilizará para ello una mezcla de especies, basándose en especies herbáceas y arbustivas, que originen masas de vegetación que requieran pocos cuidados. Se pretende con esta hidrosiembra la consonancia con el paisaje de fondo en el que se haya integrado el relleno.

Las semillas de arbustos colonizadores recomendadas para la reintegración paisajística del Relleno Sanitario La Esmeralda incluye las especies *Arachis pintoi* (Mani forrajero), *Paspalum notatum* (grama dulce) y *Stenotaphrum secundatum* (Prado San Agustín), las cuales están especialmente indicadas para terrenos básicos. La utilidad en estos prados es en algunos casos para el control de erosión en taludes, y en Zonas planas, como los separadores de las vías.

El fertilizante compuesto a emplearse durante la siembra, debe contener además del material orgánico como gallinaza, champiñonaza etc., un 10% de micorrizas y minerales en proporciones cercanas a la siguiente enmienda: sílice soluble, 11%; 10-30-10, 11%; cal dolomítica, 6%; roca fosfórica, 6%; sulfato de calcio, 5%; boro pentahidratado, 0.6%; sulfato de zinc, 0.4%.

7.2.3 Grupos de Plantación.

La elección de especies vegetales útiles para la recuperación paisajística del entorno surge de una selección previa, en la que se ha tenido en cuenta, por una

parte, las características del medio, y por otra los objetivos prioritarios de la reintegración paisajística.

En primer lugar, se seleccionaron una serie de especies basándose en la vegetación actual, tras un reconocimiento botánico del área, así como la vegetación potencial de la zona. Esta primera lista fue contrastada con otra en la que los criterios adoptados son los de la idoneidad para realizar las funciones previstas en cada zona, su resistencia a adaptarse a terrenos básicos y la posibilidad de obtenerlas en vivero.

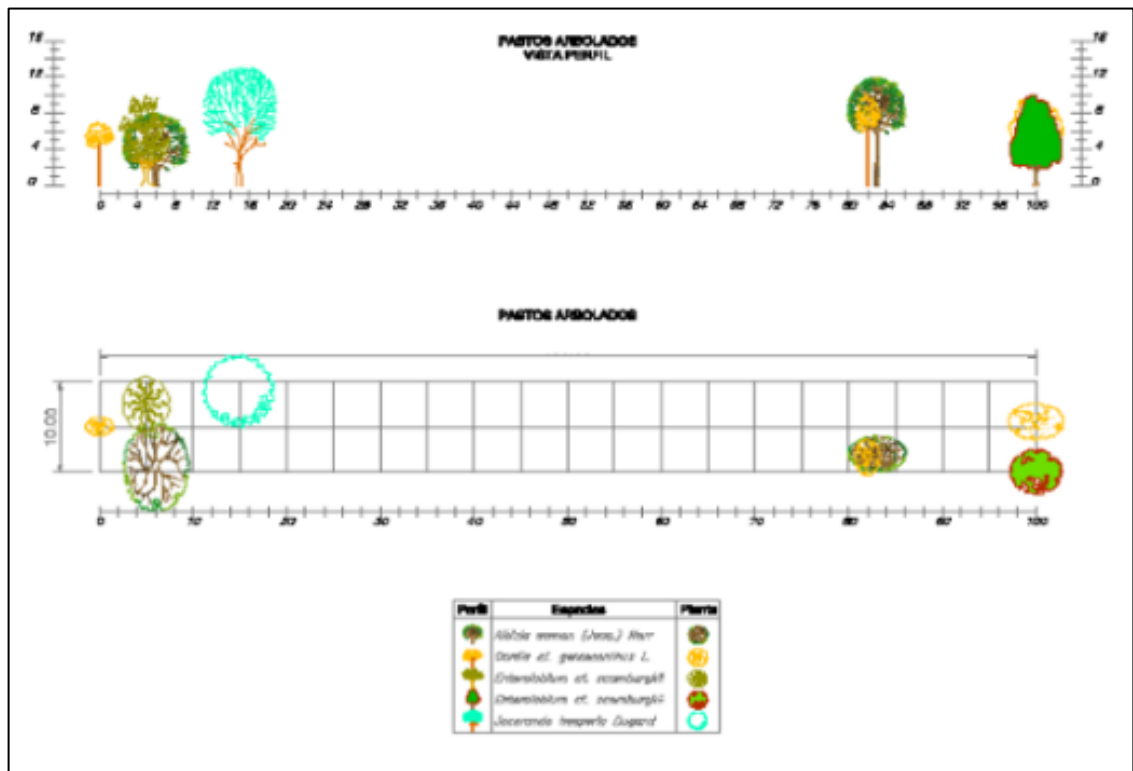
Para la elección de las especies vegetales a utilizar, se tuvieron en cuenta características como el tipo de cubrimiento esperado, la resistencia de las plántulas a condiciones adversas, la disponibilidad del material en la zona, los cuidados y mantenimientos, las distancias de siembra, sistema radical, porte (altura máxima), morfología, cobertura aérea (diámetro de copa), exigencias climáticas, la forma de propagación y la dominancia frente a otras especies, aspectos que son de gran importancia al momento de escoger las coberturas vegetales.

La altura de las plantas es un factor determinante en el éxito de la plantación, siendo recomendable de 50cm; tamaños menores hacen de las plántulas muy susceptibles a las condiciones ambientales, mientras tamaños mayores pueden dañarse durante la recolección y trasplante.

Durante la adquisición de las plantas se debe verificar que estén lo suficientemente sanas, con tallo fuerte y bien lignificado, deben tener una altura mínima de 50 cm, con cinco pares de hojas como mínimo; deben tener además raíces fuertes (extremos de las raíces se visualizan con puntos blancos). Esto le da mayor resistencia a la plantación y disminuye la mortalidad de las plantas sembradas.

La arborización debe llevarse a cabo a partir de las especies existentes en la zona, es decir especies nativas resistentes y perfectamente adaptables al medio. Por lo cual se recomienda la siembra de las especies relacionadas en el Anexo A. Estas especies pueden variar, sujetas al posterior concepto técnico de la Autoridad ambiental y disponibilidad del material en viveros cercanos al área del proyecto.

Ilustración 5. Perfil de la vegetación de la cobertura pastos arbolados, aledaña al Relleno Sanitario La Esmeralda.



Fuente: Autores

El material vegetal que se utilizará, previo a su traslado al área donde se llevará a cabo la reforestación, se dispondrá en bolsa plástica negra original perforada con fuelle, de material, para permitir su movilización sin deterioro de la misma, con pan de tierra de libra. Las plántulas para el momento del establecimiento tendrán una altura mínima de 50 cm; lignificadas con estado vigoroso, follaje adecuado a las

características de la especie, libre de plagas y enfermedades, inoculadas con micorrizas para estimular y garantizar el desarrollo radicular. Las plántulas no presentarán cuello de ganso y tendrán dos meses en patio de endurecimiento, lo que asegura una rusticidad que garantiza su adaptación al sitio definitivo.

El transporte mayor se realizará en camión, al cual se le acondicionará una doble camareta, lo que permite que el material vegetal no sufra daño alguno. La cantidad de plántulas que se pueden transportar en este tipo de vehículo con las adaptaciones mencionadas son de aproximadamente 7.000, las cuales se cargarán y descargarán en canastillas para evitar su maltrato.

El transporte menor, entendido como la acción de trasladar el material vegetal desde el sitio donde lo dejaría el camión, al lugar de establecimiento (lotes de reforestación), se realizará de acuerdo a las condiciones del terreno en canastillas y carretilla.

El establecimiento de las plantas consiste en la siembra de las plántulas en un lugar definitivo, para lo cual se realizan las siguientes actividades:

Preparación del área a plantar: Después de delimitar en terreno con características de fácil identificación y realizar el levantamiento con GPS, previamente marcado, se coordinarán orientarán y dirigirán las actividades de adecuación de terreno.

Trazado: Se realizara el trazado en tresbolillo, utilizando escuadras y cordeles templados. Dejando un espacio entre plantas de 3m y entre líneas de 2,5m y mezclando las diferentes especies. Cada hoyo se marca con una estaca o haciendo una pequeña excavación en el suelo. Se realizará un repique al fondo del hoyo con el propósito de permitir y facilitar el crecimiento radicular de las

plántulas y la eliminación de los posibles hardpans (capa dura de suelo) que se localicen en los diferentes sitios.

Ahoyado: Consiste en hacer los hoyos en los puntos señalados por el trazado, en suelos compactos el crecimiento inicial de los arbolitos es favorecido por hoyos grandes. Como regla general, hoyos de 30x30x30 cm. Es importante realizar un plato de un metro de diámetro trabajado (aflojado) a 15 cm de profundidad.

Fertilización: En terrenos con topografía plana, se hará mediante la utilización de una estaca o varilla larga, gruesa o huecos grandes distantes a 10 centímetros del tronco del árbol, se aplica el fertilizante calculado equitativamente en los hoyos y una vez aplicado se tapa con tierra unos 5 centímetros. En terreno pendiente se hace una zanja en la parte superior del árbol retirada 10 centímetros del tallo del árbol, donde se dispondrá el fertilizante y luego se procede a taparlo, esto se realizará una vez terminada la siembra o terminado el primer replanteo.

Plantación: Una vez adecuado el sitio para la colocación final de las plantulas y teniendo en cuenta principalmente la época en que se deben plantar, se realizará el establecimiento siguiendo las especificaciones técnicas exigidas por la Autoridad Ambiental competente relacionadas con el manejo de la bolsa y la plántula, garantizando que se retire la bolsa de plástico de la manera más adecuada y siguiendo las instrucciones técnicas.

Con una cuchilla proceder a realizar un corte en (T) invertida en la bolsa que contiene la plántula con el fin de facilitar la extracción del pan de tierra, realizar una adecuada disposición del material plástico. Evitando no dañar el pan de tierra se coloca la planta en el centro del hoyo de tal manera que esta quede en posición recta, con las raíces extendidas hacia abajo, por ningún motivo deben quedar dobladas o dañadas. Enterrar la plántula hasta un poco más arriba del comienzo de las raíces para evitar que por la humedad se pudra el tallo o se genere

enfermedades. Rellenar el hoyo con tierra mejorada y aplanarla suavemente con las manos o el pie, para evitar bolsas de aire que puedan almacenar exceso de agua y posteriormente podrir las raíces.

Construcción de cerramiento para protección de áreas reforestadas: Con la utilización de postes de madera que se colocarán cada tres metros, con cuatro (4) hilos de alambre de púa calibre 12.5, protegiendo las especies forestales establecidas. Esta actividad requiere de una buena postería, alambre y mano de obra experimentada. Estas adecuaciones previenen el ingreso de semovientes y personal que puedan interferir con el normal desarrollo de la plantación.

Mantenimiento de la reforestación: Para asegurar el éxito de la arborización, se realizará un mantenimiento, seguimiento y monitoreo trimestral de los individuos plantados por un periodo de tres años, a partir de la siembra de los árboles, con el fin de establecer los correctivos necesarios, evitar la pérdida de individuos y resembrar aquellos que no prosperen adecuadamente. Las actividades de mantenimiento a realizar se describen a continuación:

Limpieza de surcos y plateo: Teniendo en cuenta las condiciones ambientales de la zona se deberán programar como mínimo tres mantenimientos al año, con el fin de evitar el crecimiento de malezas o hierbas alrededor del árbol.

Fertilización: Con base a los resultados del análisis de suelos se procederá a definir las dosis, el tipo de fertilizantes, el momento de la aplicación y la frecuencia. Esta actividad es fundamental para garantizar el desarrollo de la plántula durante los dos primeros años, tanto de su parte aérea como radicular.

Resiembra: Esta labor está referida a la reposición de aquellas plántulas que por factores impredecibles no se adaptaron a las condiciones de la zona y murieron; la labor de resiembra se ejecutará 1 mes después de la siembra, período en el cual es fácil determinar que árboles se adaptaron al medio.

Control fitosanitario: Esta actividad estará condicionada a la presencia de daños o síntomas de enfermedades que pueden presentarse en la reforestación, por lo que es importante conocerlos. Para el control fitosanitario es recomendable combinar varios procedimientos, entre ellos el control cultural, físico, mecánico, químico o biológico, denominado también Manejo Integrado de Plagas (MIP).

7.2.4 Labores de Mantenimiento.

Para las zonas donde se haya iniciado la revegetalización, se revisará la vegetación utilizada en las operaciones de restauración vegetal, al menos cuatro veces al año, una en cada temporada. Se prestará atención a las plantaciones fallidas (plantas muertas), a fin de proceder a su sustitución.

7.2.5 Seguimiento del Programa.

Se propone realizar el seguimiento de la zona a reintegrar mediante visitas a la misma con una periodicidad trimestral. De cada una de estas visitas se elaborará un pequeño escueto informe donde se recoja el estado en el que se encuentra la revegetación en ese momento. A su vez, en ese informe se recogerá una breve descripción de los cuidados adicionales necesarios para consolidar la reintegración, así como la valoración de la mejora del entorno del relleno sanitario. Por tanto, se deberá revisar trimestralmente el progreso del Programa de Reintegración Paisajística, para poder establecer las medidas correctoras necesarias, si se diese el caso.

8. CONCLUSIONES

Durante el periodo de funcionamiento del Relleno Sanitario La Esmeralda en el municipio de Barrancabermeja, se han adelantado acciones para la reintegración paisajística de las celdas inoperadas y las que se encuentran en funcionamiento, sin embargo estas labores no han sido concluyentes.

La reintegración paisajística del área licencia para la disposición de residuos sólidos con la tecnología de relleno sanitario produce una mejora de la calidad del área de estudio dado que aumenta la valoración en todos sus atributos. En cuanto a los atributos físicos se mejora la vegetación, fauna y uso del suelo, asimismo, los elementos que alteran el paisaje se reducen y por tanto, producen un aumento de la calidad paisajística. La clausura y la posterior restauración edáfica del relleno sanitario pretende solucionar la problemática creada en muchas zonas rurales donde la disposición de estos residuos no es clausurada de la manera adecuada, ocasionado impactos ambientales que contaminar tanto el suelo como los acuíferos. Por ello, se recomienda la ejecución de labores de adecuación de las celdas con el fin de avanzar en el proceso de clausura, teniendo en cuenta que este relleno se encuentra culminando su vida útil.

BIBLIOGRAFIA

ACURIO, Guido. Diagnóstico de la situación de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washinton: Banco Interamericano de Desarrollo y la Organización Panamericana, 1997. s.p.

COLLAZOS, Héctor y HERNÁNDEZ, Leoncio. "Relleno sanitario manual". Revista ACODAL 87. Bogotá, 1979.

COLLAZOS PEÑALOZA, Héctor. "Saneamiento de botaderos de basura". Santafé de Bogotá, 1998.

DECRETO 838 DE 2005. En: Artículo 1. Definiciones. Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones. Marzo 23 de 2005. [Sitio en internet]. http://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Decreto838_20050323.htm.

HERNÁNDEZ, c., g. HURTADO, q. ORTIZ & c. WALSCBULGER, 1992. Unidades biogeográficas de Colombia. En Diversidad biológica de Iberoamérica, Compilado por. G. Halffter. México.

HOLDRIDGE, Leslie. 1947. Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. Science Vol 105 No. 2727: 367-368.

HOLDRIDGE, Leslie. 1967. Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Sa: Ecología Basada en Zonas de Vida, 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

INGURU INGENIERÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL, S.A. 2008. Programa de restauración Ambiental y adecuación Paisajística del vertedero de Acerálava en Amurrio. Bilbao.

JARAMILLO J. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Cepis@cepis.ops-oms.org.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Guía ambiental, Saneamiento y cierre de botaderos a cielo abierto, 2002.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Guía ambiental para la selección de tecnologías de Manejo Integral de Residuos Sólidos, 2002.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Guía ambiental Rellenos Sanitarios, 2002
SISTEMAS DE ASEO URBANO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000. Sección II. Título F.

RÖBEN E. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. Loja. Ilustre Municipalidad de Loja. Dirección de Higiene. Correo: iml@loja.telconet.net

VILLARREAL H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

ANEXOS

Anexo A. Composición florística de la cobertura vegetal pastos arbolados en el municipio de Barrancabermeja, Santander.

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Acanthaceae	Trichanthera	<i>Trichanthera gigantea</i> (Humb. & Bonpl.) Nees	Nacedero
Anacardiaceae	Mangifera	<i>Mangifera indica</i> L.	Mango
	Spondias	<i>Spondias mombin</i> L.	Hobo
	Tapirira	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Fresno 1
<i>Tapirira</i> sp.		Fresno 2	
Annonaceae	Guatteria	<i>Guatteria</i> sp.	Malagueto 2
	Xylopia	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	Pepaeburro
Apocynaceae	Aspidosperma	<i>Aspidosperma</i> cf. <i>spruceanum</i> Benth. ex Müll.Arg.	Caney
	Lacmellea	<i>Lacmellea</i> cf. <i>arborescens</i> (Müll.Arg.) Markgr.	Leche miel 1
Bignoniaceae	Amphitecna	<i>Amphitecna</i> sp.	Totumillo 1
	Godmania	<i>Godmania aesculifolia</i> (Kunth) Standl.	Cacho de chivo
	Handroanthus	<i>Handroanthus</i> cf. <i>guayacan</i> (Seem.) S.O.Grose.	Guayacán polvillo
	Jacaranda	<i>Jacaranda hesperia</i> Dugand	Frijolito
Boraginaceae	Cordia	<i>Cordia</i> cf. <i>gerascanthus</i> L.	Moncoro 2
Euphorbiaceae	Alchornea	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll.Arg.	Cáscara de yuca
	Hura	<i>Hura crepitans</i> L.	Ceiba bruja
	Sapium	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	Leche perra 1
Lauraceae	Nectandra	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Lengua de venado
		<i>Nectandra</i> sp. 1	Laurel negro
Lecythidaceae	Eschweilera	<i>Eschweilera</i> cf. <i>reversa</i> Pittier	Coco cabuyo
Leguminosae	Albizia	<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Dugand	Iguá amarillo
	Andira	<i>Andira</i> sp.	Chicharro
	Dialium	<i>Dialium</i> sp.	Chicharrón
	Enterolobium	<i>Enterolobium</i> cf. <i>scomburgkii</i> (Benth.) Benth.	Orejero 1
		<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	Orejero 2
	Hymenaea	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Algarrobo
Inga	<i>Inga marginata</i> Kunth	Guamo brijolito	
Malpighiaceae	Byrsonima	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) Rich.	Peralejo 2

FAMILIA	GENERO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
		ex Kunth	
Melastomataceae	Bellucia	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Guayabo de pava
Moraceae	Ficus	<i>Ficus</i> sp.	Higuerón 2
Rubiaceae	Amaioua	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.	Quiebra machete
Rutaceae	Citrus	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarino
	Zanthoxylum	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Tachuelo 2
Sapindaceae	Cupania	<i>Cupania</i> sp.	Canilla pavo
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia peltata</i> L.	Guarumo