

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CLAUSURA Y RESTAURACIÓN
AMBIENTAL DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE
BECERRIL.**

**ESTRADA PALOMINO JUDITH STELLA -
JIMENEZ DE AVILA KATILIN PAOLA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
VALLEDUPAR-CESAR**

2020

**DISEÑO DE ALTERNATIVAS PARA LA CLAUSURA Y RESTAURACIÓN
AMBIENTAL DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE
BECERRIL.**



Autores:

ESTRADA PALOMINO JUDITH STELLA

JIMENEZ DEAVILA KATILIN PAOLA

Estudiantes del Programa Ingeniería Ambiental y Sanitaria

JOSE MAURICIO PEREZ ROYERO

Director de proyecto

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERIAS Y TECNOLOGIAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR-CESAR

2020

Nota de Aceptación

Firma Del Director

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

Valledupar, 2020

DEDICATORIA

Yo, **Katilin Paola Jiménez Deavila** le agradezco primeramente a Dios Por su infinito amor y compañía, por ser el pilar fundamental de mi vida y el motivo para lograr todos mis sueños y metas. A mi padre, OSCAR JIMÉNEZ VARELA Quien fue mi guía espiritual mi apoyo desde cielo, le debo mi fortaleza y los valores que me dejo, su amor incondicional que dejo en mi corazón fueron motivos de superación profesional, por siempre mi mejor amigo y mi padre, y mi madre YANETH DEAVILA CASTILLA por los ejemplos de bondad, perseverancia y constancia que la caracterizan, por su valor mostrado para salir adelante y sobre todo por la muestra de su incondicional amor en cada momento de mi vida, Mis Hermanos Nadeer y Kendris Jiménez gracias por su apoyo, por brindarme su amor y calor de hermanos mi felicidad será siempre la felicidad de ustedes, los amo.

Quiero resaltar la participación en todo este proceso a una persona muy especial para mí que me brindó su apoyo en los momentos que más la he necesitado Ibbama Aroca Rodríguez gracias a ti y tu familia por siempre guardarme un lugar en sus corazones, gracias ser mi mejor amiga y acompañarme en esta etapa llena de conocimientos. A Luis García Aguilar por brindarme momentos llenos de risas, por apoyarme en mis días grises, por brindarme una amistad sincera y bonita, te quiero mucho. A Fredy Catalán Noriega por ser mi apoyo mi amigo y mi compañero de carrera por acompañarme a lo largo de toda la carrera y a Judith Estrada por recorrer conmigo el proceso de tofo este proyecto, sin duda alguna somos un gran equipo.

A mi novio Andrés Felipe Trespacios por cada consejo que me brindo y apoyo emocional, eres muy importante para mí, te quiero.

A mis amigos, por sus muestras de cariño, por los lazos de amistad que forjamos a lo largo de nuestra formación profesional y los que no hicieron partes de ella. A mis maestros. Quienes marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración y culminación de este proyecto.

DEDICATORIA

Yo, **Judith Stella Estrada Palomino** Dedico esta tesis primero a Dios quien me dio la fortaleza, la persistencia y me permitió concluir la.

De manera especial a mi madre ALICIA PALOMINO GONZALEZ por sus esfuerzos impresionantes y su amor invaluable. Junto con mi Padre, JAIME RAFAEL ESTRADA DANGON me han educado, me ha proporcionado todo y cada cosa que he necesitado. Sus enseñanzas las aplico cada día; tengo mucho por agradecerles. Sus ayudas fueron fundamentales para la culminación de mi tesis. Mil gracias mamá y papá.

Le doy gracias a mi prima ANLLY ESTRADA que más que una prima es como una hermana por estar ahí en todo momento apoyándome y corrigiéndome. Gracias a ella aprendí a ser paciente y perseverante. Aunque la mayoría de las veces pareciera que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestros objetivos. GRACIAS por estar siempre ahí.

A mis mejores amigas Dani y Liz porque a pesar de la distancia siempre estuvieron pendiente de mis estudios y por preocuparse por mi bienestar. Les agradezco por toda la confianza y nuestras charlas nocturnas que forjaron un lazo más fuerte con ustedes.

A mi amiga y compañera de Tesis Katilin, gracias por no solo ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de esta tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso. Juntas somos más fuertes.

Y sin dejar Atrás a toda mi familia por confiar en mí, a mis abuelitos, tíos y primos gracias por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Ingeniero José Mauricio Pérez por su desinteresado apoyo y orientación en el desarrollo de este proyecto, por ser un guía y amigo para nosotras.

A nuestros jurados del proyecto, Karina Torres y Sergio Mendoza por cada palabra que nos brindaron, por cada consejo pero sobre todo por acompañarnos en este proceso.

A nuestros profesores, mi más sincero agradecimiento por los conocimientos que me impartieron en el transcurso de mi formación académica.

A nuestra familia y amigos que de una u otra forma han contribuido en la realización del proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
2. JUSTIFICACIÓN	7
3. OBJETIVOS	9
3.1 OBJETIVO GENERAL	9
3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS	9
4. MARCO REFERENCIAL	10
4.1 ANTECEDENTES.....	10
4.2 MARCO TEÓRICO	14
4.2.1 ¿Qué es un botadero de basura a cielo abierto o basurero?	14
4.2.2 Importancia del problema de los residuos solidos	15
4.2.3 Efectos de los desechos sólidos en la salud del hombre	15
4.2.4 Efectos de los desechos sólidos en el ambiente	17
4.2.5 Relleno sanitario.....	21
4.2.6 Factores importantes de los problemas ambientales	27
4.2.7 Residuos aprovechables y basuras.....	30
4.2.8 Utilización de los residuos solidos	31
4.3 MARCO CONCEPTUAL.....	33
4.4 MARCO CONTEXTUAL	38
4.4.1 Localización del Municipio de Becerril.....	38
4.4.2 Localización del proyecto	40
4.5 MARCO LEGAL.....	44
5. MARCO METODOLÓGICO	49
5.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	49
5.1.1. Sublínea de investigación.....	49
5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	49
5.3 POBLACIÓN.....	49

5.4	MUESTRA POBLACIONAL DE RESIDUOS	49
5.5	DESARROLLO METODOLÓGICO.....	50
6	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	61
6.1.	DIAGNOSTICO GENERAL	61
6.1.1	ÁREA DE INFLUENCIA.....	61
6.1.2	COMPONENTE GEOSFERICO	61
6.1.3	GEOLOGIA.....	63
6.1.4	COMPONENTE ATMOSFÉRICO	70
6.1.5	COMPONENTE HIDROSFERICO.....	79
6.1.6	COMPONENTE BIÓTICO	81
6.1.7	COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO	84
6.2	DIAGNOSTICO TÉCNICO	85
6.2.1.	ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	85
6.2.2	ESTUDIO DE GEOTÉCNICO Y DE SUELOS.....	89
6.3	ESTADO ACTUAL DEL SITIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.....	107
6.3.1	Caracterización de los residuos sólidos generados en el casco urbano.	108
6.3.2	Consolidados De La Producción De Residuos.....	110
6.3.3	Proyección De Población Y Generación De Residuos	110
6.4	EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES, HUMANOS E IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL BOTADERO A CIELO ABIERTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL-CESAR.	111
6.4.1	Identificación y valoración de impactos. (Matriz de Leopold)	111
6.4.2	ANÁLISIS DE IMPACTO	122
6.5	ALTERNATIVAS PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICA DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO.....	124
6.5.1	Identificación de las alternativas.....	124
6.5.2	Planteamiento de alternativas considerando costos reales de la zona	127

6.5.3	Diseño de celda de sanitario	129
6.5.4	Selección de la alternativa más viable, técnica, económica y ambientalmente	141
6.6	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	143
6.6.1	Evaluación Ambiental Etapa De Clausura	143
6.7	PLAN DE PREVENCIÓN, CONTROL, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE IMPACTOS.....	146
6.8	PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO	173
6.8.1	Medio abiótico	174
6.8.2	Medio biótico	176
6.8.3	Medio socioeconómico	177
6.9	PLAN DE CONTINGENCIA	178
6.9.2	Establecimiento Y Jerarquización De Riesgos	188
6.9.3	Estrategias de respuesta	190
6.9.4	Estrategias de respuesta	190
6.9.5	Generación De Olores	194
6.9.6	Accidentes operacionales.....	201
6.9.7	Sequías	202
6.9.8	Vías de acceso	205
6.9.9	Control de incendios.....	210
6.9.10	Deslizamiento de taludes	211
7	CONCLUSION	212
8	RECOMENDACIONES	214
	BIBLIOGRAFÍA	216
	ANEXOS.....	218

ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

Figura 1 Tasa de Generación de Residuos.....	20
Figura 2 Precipitación Porcentual Multianual	71
Figura 3 Precipitación Porcentual Centenario	72
Figura 4 Calculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de Penman Estación Centenario.....	76
Figura 5 Calculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de Penman Estación Guaimaral.....	76
Figura 6 Calculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de García López Estación Socomba.	77
Figura 7 Evapotranspiración Decadal Centenario– Método De Penman	78
Figura 8 Evapotranspiración Decadal Guaimaral- Método De Penman.....	78
Figura 9 Esquema topográfico del botadero.(cálculo de volumen)	86
Figura 10 Espectro de diseño sísmico	94
Figura 11 corte de un tronco de pirámide	132
Figura 12 cálculo del tirante normal del canal perimetral.	139
Figura 13 Playa De Descarga En El Frente De Trabajo Del Relleno Del Relleno Sanitario.....	206
Figura 14 Cuneta De Las Vías Del Relleno	208
Imagen 1 Contaminación del suelo del botadero a cielo abierto Becerril	18
Imagen 2 Localización geográfica del Municipio de Becerril	39
Imagen 3 Localización General en la Zona de estudio.....	40
Imagen 4 Entrada de botadero por la vía de Becerril.	40
Imagen 5 Localización del botadero a cielo abierto.....	41
Imagen 6 Formula del método de Penman	51
Imagen 7 Matriz de Leopold.....	54
Imagen 8 Desarrollo de la Matriz de Lepold	55
Imagen 9 Vista Aerea del botadero a cielo abierto del municipio de Becerril.....	86

Imagen 10 Deposición de basura.....	88
Imagen 11 Levantamiento del área de la Zona del proyecto.....	88
Imagen 12 Localización General de la zona de estudio.....	90
Imagen 13 Detalle de la zona de estudio	91
Imagen 14 Mapa Sismicidad histórica. Municipio de Becerril Cesar.	93
Imagen 15 formación Geológica en el Municipio de Becerril Cesar.	95
Imagen 16 Sondeo manual del estudio Geotécnico	105
Imagen 17 Producto del sondeo del estudio geotécnico	106
Imagen 18 Zona del estudio Geotécnico	106
Imagen 19 Método de trinchera o zanja	128

ÍNDICE DE DIAGRAMAS Y TABLAS

Diagrama 1 porcentaje de impactos en los componentes	120
Diagrama 2 porcentajes de impactos de las acciones	121
Diagrama 3 Porcentaje de impacto sobre los factores.....	121
Tabla 1 Ventajas y limitaciones del Relleno Sanitario	24
Tabla 2 Coordenadas cartesianas.....	41
Tabla 3 Decretos, leyes o resoluciones	44
Tabla 4 Caracterización de residuos solidos	52
Tabla 5 Proyección de residuos solidos	52
Tabla 6 Análisis de estabilidad de los taludes	101
Tabla 7 Caracterización de residuos solidos	108
Tabla 8 Producción Per Cápita.....	110
Tabla 9 Proyección de residuos solidos	111
Tabla 10 Escala de medición para la magnitud del impacto.....	112
Tabla 11 Escala de medición para la importancia del impacto	112
Tabla 12 Impacto ambiental por la acumulación de residuos solidos.....	113
Tabla 13 Impacto ambiental por la presencia de olores	114

Tabla 14 Impacto ambiental por lixiviados.....	114
Tabla 15 Impacto ambiental por presencia de vectores	115
Tabla 16 Impacto ambiental por presencia de sedimentación.....	116
Tabla 17 Impacto ambiental por presencia de roedores.....	116
Tabla 18 Reciclaje de residuos.....	117
Tabla 19 Matriz de leopold	118
Tabla 20 Puntuación cualitativa.....	119
Tabla 21 Resumen de Dimensión de la Celda de Disposición Final de Residuos Sólidos	133
Tabla 22 Ejemplo de ficha.	144
Tabla 23 Eventos Y Escenarios De Ocurrencia De Contingencias	183
Tabla 24 Calificación de Amenazas	185
Tabla 25 Calificación De Vulnerabilidad	186
Tabla 26 Identificación Y Calificación De Amenazas Y Vulnerabilidades.....	188
Tabla 27 Jerarquización De Riesgos.....	189
Tabla 28 Laguna de evaporación de lixiviados.....	203
Tabla 29 Drenaje de lixiviados.....	204
Tabla 30 Manejo de residuos	205
Tabla 31 Cobertura final	208
Tabla 32 Sistema de evaporación de gases.....	209
Tabla 33 Cierre del botadero	209

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal diseñar alternativas para la Clausura y Restauración Ambiental Del Botadero a Cielo Abierto Del Municipio De Becerril, debido al inadecuado manejo de los residuos aprovechables y no aprovechables junto con los problemas ambientales y la proliferación de los diferentes vectores. Inicialmente se realizó un diagnostico al estado inicial del sitio para la disposición final de residuos sólidos dispersos con estudios topográficos, geotécnico y de suelo donde se obtuvo el volumen total de residuos hasta la fecha es de 19.707 m³ aproximadamente, en el estudio geotécnico se halló que el subsuelo del lugar se encontró básicamente el material Arena Limosa SM, y que no se encuentra Nivel freático en el subsuelo además las propiedades físico mecánicas de los estratos encontrados se consideran adecuadas para cimentar estructuras, luego mediante la matriz de leopold se logró identificar los impactos muy alto que corresponde a la acumulación de residuos sólidos Presencia de Vectores, Lixiviados y Reciclaje de residuos (Recicladores).

Posteriormente, se diseñó una serie de alternativas de las cuales se escogió una, que consiste en plantear la construcción de una celda de saneamiento para disponer los residuos dispersos en el mismo sitio utilizado como botadero a cielo abierto. Para su adecuado diseño y control de contaminantes se planteó aplicar una solución sostenible en los temas de tratamiento para los mayores contaminantes que se presentan como lo es los lixiviados, el sistema debe contar con una laguna para la evaporación de los lixiviados que se generan en el botadero y para darle capacidad de secado lo cual será posible ya que en el departamento y específicamente en el Área del botadero la tasa de evaporación se caracteriza por presentar registros muy altos, producto de la influencia de los vientos y su intensidad; el alto valor en las horas de brillo solar y la poca vegetación existente.

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto hace referencia al diseño de alternativas para la clausura y restauración del botadero a cielo abierto del municipio de Becerril- cesar, en el que tiene como objetivo principal el diseño de unas alternativas con la finalidad de proteger el ambiente, la seguridad y salud de la población, teniendo en cuenta que el desarrollo tecnológico ha avanzado tanto, junto con el pensamiento consumista de las diferentes comunidades desde hace un tiempo, como así mismo el aprovechamiento de los recursos naturales para el beneficio de algunos pocos y afectación de muchos, los cuales no emplean métodos adecuados, y por lo cual ha ocasionado que se presente la afectación de diferentes ecosistemas con la consecuente pérdida de biodiversidad. Uno de los puntos céntrale de este tema es la generación de todo tipo de residuos, los cuales no tienen una implementación o tratamiento adecuado y también si se une la falta de cultura o seriedad que corresponde a este tema.

Las Distinta actividades que tienen los seres humanos, hace que se genere grandes cantidades de residuos sólidos, los cuales son desechados en lugares que no le corresponde ir, algunos de estos lugares son: fuentes hídricas, ríos o también en botadero a cielo abierto, otros toman la opción de incinerar dichos residuos ocasionando contaminación ambiental y problema de salud pública a toda la comunidad.

El Municipio de Becerril en el departamento del Cesar, cuenta con un botadero a cielo abierto que actualmente tiene un inadecuado manejo de los residuos aprovechables y no aprovechables y no se ejecuta ninguna técnica o control, lo que hace es que provoquen problemas ambientales grave y la proliferación de vectores de diferente tipo.

Con las visitas al botadero a cielo abierto se pudo realizar un diagnóstico y estudios para identificar el estado actual del sitio, donde se identificaron las actividades que

se practican en el botadero, una de ellas es la inadecuada disposición final de los residuos sólidos peligrosos, lixiviados, domésticos, comerciales, construcción y orgánico y no orgánico que son llevados diariamente bajo ninguna supervisión o control, ocasionando graves impactos ambientales.

En la mayoría de las localidades no existen sitios adecuados que involucren sistemas para el manejo adecuado y tratamiento de residuos sólidos, existiendo únicamente botadero de basura a cielo abierto. Por lo tanto y debido a la preocupación que ha desatado estos problemas ambientales, se propone alternativas de solución como el cierre y restauración del botadero con base en la normativa ambiental vigente. (García, 2011)

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel global los basureros a cielo abierto, son la principal fuente, dentro del sector de los residuos, de generación de emisiones de gases de efecto invernadero por el contenido de materia orgánica que contienen. “Esta materia orgánica genera gas metano, que es un gas cuyo efecto es 24 veces más potente sobre el clima que el CO₂” (según reporte de la ONU, 2018). Cada latinoamericano genera un kilo de basura al día y la región en su conjunto, unas 541.000 toneladas, lo que representa alrededor de un 10% de la basura mundial, según un informe de ONU Medio Ambiente publicado en Buenos Aires, En términos de producción de residuos urbanos, América Latina se sitúa de forma proporcionada a su población y nivel de desarrollo, ni más ni menos que lo que le corresponde, según explica Jordi Pon, coordinador regional para América Latina y el Caribe de ONU Medio Ambiente “En cuanto a los residuos que genera cada persona, América Latina está en un promedio de un kilogramo por habitante y día y estaría por debajo de otros países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que tienen una tasa más alta, y está por encima de otras regiones, como por ejemplo África”, Jordi Pon, 2018.

Esto da a entender que la perspectiva ante esta problemática es que la basura continúe creciendo y que en 2050 se alcancen las 671.000 toneladas de desechos. Colombia no es ajeno a este hecho, por tanto, se hace necesario su estudio, particularmente en zonas que se encuentra marcada la problemática del mal manejo de los residuos sólidos.

Como se observa en el Municipio de Becerril-cesar, donde existe una mala disposición de los residuos sólidos, ya que actualmente existe un botadero que funciona de manera inadecuada lo cual presenta un problema ambiental y visual que afecta la salud humana en el área de influencia del mismo, a pesar de su relativo aislamiento. Esta situación es producto, por una parte, de la inadecuada planeación

para el manejo de los residuos sólidos urbanos debido a la mala implementación de los programas planteados en el PGIRS. Por otro lado, en los últimos años la producción de residuos sólidos ha crecido ampliamente a factores distintos, entre los cuales se puede descartar el crecimiento del sector urbano, la tendencia de consumir productos envasados en empaque desechables y el incremento en el uso de artículos tecnológicos que generan residuos que no se les puede dar ningún otro uso como las baterías, los electrodomésticos, sumado a la no cultura del reciclaje ha contribuido a disminuir aceleradamente la vida útil del botadero de cielo abierto.

Cabe decir, que dichas afectaciones son más notorias desde el ámbito ambiental por las múltiples consecuencias que genera el botadero a cielo abierto o celda transitoria existente en el Municipio de Becerril convirtiéndose en una situación compleja para los habitantes aledaños al botadero, que trae consigo un sinnúmero de efectos negativos dentro de los que podemos encontrar la proliferación de los malos olores, la generación de vectores, como moscas, roedores, cucaracha, etc., lixiviados y esorrentía contaminada. Por el lado visual tenemos la contaminación del suelo y fuentes de agua subterránea.

En la actualidad, existe aproximadamente más de 8300 m³ de residuos sólidos disperso en el botadero ocasionando graves problemas en la zona. La política nacional y regional para la gestión integral de los residuos sólidos establece entre otras, la necesidad de que los municipios cuenten con sitios adecuados para la disposición final de los residuos, lo cual implica la transición de botaderos a cielo abierto en rellenos sanitarios técnicamente manejados. PGIRS-Municipio de Becerril. 2015.

Por tanto, para solucionar dicha problemática se hace necesario diseñar alternativas que permitan clausurar y restaurar ambientalmente el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril y esto sería posible por medio de un diagnóstico de la situación actual del botadero a través de los estudios técnicos necesarios que permita valorar los riesgos e impactos ambientales y humanos que existen en el botadero. Y esto

es viable gracias a la resolución 884 del 22 de octubre de 2007, por medio del cual la autoridad ambiental competente “CORPOCESAR”, otorgo la viabilidad para la construcción y operación de celdas transitorias destinada a la disposición final de los residuos sólidos generados en el Municipio, permitiendo la transformación del botadero a un espacio que permitirá la disposición final de los residuos sólidos.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las alternativas más adecuadas para la clausura y restauración ambiental del botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril?

2. JUSTIFICACIÓN

El botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril presenta una serie de problemáticas en cuanto al manejo de residuos sólidos, por lo que se hace importante su estudio, al respecto la comunidad en vista de los problemas de salud pública y deterioro visual y ambiental que se evidencia en la zona en donde se encuentra ubicado el lugar del botadero a cielo abierto generados por la mala disposición de los residuos sólidos en el Municipio de Becerril, por ende se hace necesario el diseño de alternativas para la clausura y recuperación ambiental del botadero a cielo abierto cumpliendo con las normativas y los programas de acción que se establezcan y así mismo también comprendiendo las alternativas de manejo integral para los residuos sólidos del Municipio.

Con este proyecto se busca dar el cumplimiento a las metas trazadas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos- PGIRS de este Municipio de, “establecer los mecanismos para clausurar los actuales botaderos de basura “, con el fin de mitigar los impactos generados por estos, así mismo las alternativas que se diseñaran servirán como aporte a los estudios y proyectos de intervención que está llevando a cabo por parte de CORPOCESAR, cabe agregar que los estudios técnico que se realicen servirán a la comunidad académico como guía para futuras investigaciones que se llevan a cabo en el ámbito ambiental y sanitario.

El plan de restauración ambiental contendrá las herramientas requeridas para minimizar o eliminar, hasta el nivel necesarios, los escapes de gases, lixiviados, escorrentía contaminada, la desestabilización de las masas de residuos, con el fin de garantizar de manera técnica el correcto cierre o clausura y saneamiento del botadero en cuestión, para así proteger la salud humana y el medio ambiente, apoyado junto con el PGIRS de eje central para la planificación y adopción política de desarrollo ambiental en torno a la solución de la problemática planteada de acuerdo al manejo adecuado de los residuos sólidos del Municipio. Se ha planeado

el saneamiento de los botaderos a cielo abierto que contaran con la infraestructura básica a los cuales dan cumplimiento de las normas técnicas específicas y consideraciones ambientales establecidas en la Resolución 1890 de 23 de septiembre de 2011, emitidas por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, y demás normas que la modifiquen.

Por tanto, se hace necesario el diseño e implementación de alternativas de solución a la problemática planteada pues será beneficioso para la comunidad de Becerril en general y en particular a los habitantes que se encuentran en lugares aledaños al botadero a cielo abierto; asimismo disminuirá el impacto ambiental en el sentido de que se reducirá considerablemente los malos olores, la presencia de moscas, roedores y la propagación de gases y lixiviados. Lo anterior se verá reflejado en una buena calidad del aire, suelo, agua y la restauración paisajística.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar alternativas para la clausura y restauración ambiental del botadero a cielo abierto de los residuos sólidos municipales generados en el Municipio de Becerril-Cesar.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado inicial del sitio para la disposición final de residuos sólidos en el Municipio de Becerril-Cesar.
- Evaluar los riesgos naturales, humanos e impactos ambientales generados en el botadero a cielo abierto de los residuos sólidos municipales generados en el Municipio de Becerril-Cesar.
- Plantear alternativas para la restauración ambiental y paisajística del botadero a cielo abierto.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

A nivel internacional (Quispe , Rubén , Nuñez, & Sánchez , 2018) desarrolló la investigación titulada "Propuesta de Mejora del Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de San Miguel - Cajamarca" para optar el título de Ingeniería Ambiental por la Universidad Privada del Norte, cuyo objetivo fue Generar una propuesta de mejora para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos en la provincia de San Miguel. Esta investigación se llevó a cabo inicialmente por medio de una elaboración de una Ordenanza Marco, implementación Unidad Técnica de Gestión Ambiental (UTGA), actualización del TUPA, RAS y CUIS de la Municipalidad y por último se realizó un Plan de Clausura y Recuperación de los botaderos, que tuvo como finalidad prevenir la contaminación ambiental y proteger la salud de la población beneficiaria, mediante el consumo sostenible, la minimización de residuos y reaprovechamiento de residuos, con la participación interinstitucional y ciudadanía. Entre los aportes encontrados se puede mencionar que brindo un bosquejo teórico sobre Métodos de disposición final de residuos sólidos y el impacto que este genera ambientalmente.

(Rugel , 2019) desarrollo la investigación titulada "plan de manejo ambiental para el cierre técnico con celdas emergentes del botadero a cielo abierto de desechos sólidos del cantón santa lucía" para optar el título de ingeniera Industrial de la Universidad de Guayaquil, con la finalidad de la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el cierre técnico con celdas emergentes del botadero a cielo abierto, esta investigación se llevó a cabo para la realización del diagnóstico y evaluación de la situación que se estudió en determinado momento donde fue utilizada la Matriz Leopold que dio como resultados un Diagrama de Causa – efecto donde se reflejó el análisis del plan de manejo ambiental con técnicas de prevención y mitigación de impactos. Esta investigación sirve como aporte al presente estudio dado que servirá de derrotero como escogencia de actividades para el óptimo

cumplimiento de los objetivos, particularmente en término de la identificación de las condiciones actuales del botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril, así mismo sirve como guía para la elaboración de alternativas para el buen manejo de los residuos sólidos.

Mientras que a nivel nacional se encontró a (Urrego , 2017) desarrollo la investigación titulada “Plan de cierre para el botadero a cielo abierto de residuos sólidos del Municipio de Inírida – Guainía” para optar por el título de Tecnólogo en Gestión Ambiental y Servicios Públicos en la Universidad Distrital Francisco José De Caldas que tuvo como finalidad de elaborar un plan de cierre para el botadero a cielo abierto de residuos sólidos, que se llevó a cabo por medio de una serie de actividades desplegadas en dos fases; la primera fase contempla la revisión documental en donde se logró tener acceso a los diferentes archivos que componen el “Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos” y otros de apoyo como estudios sobre caracterizaciones de residuos, adicionalmente recolección de información de las asociaciones recicladoras y la empresa prestadora de servicios Aguas del Guainía APC; la segunda fase hace referencia al trabajo de campo y/o visitas a las zonas de interés que hacen parte integral PGIRS, entre la cual hace parte fundamental la zona denominada botadero municipal y la cual hace referencia al botadero a cielo abierto. Dicha investigación sirve de aporte a este estudio porque al ser pionero a nivel nacional se tomará como una guía para la proyección de los residuos ubicada en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril.

De igual forma (Alarcon , 2011) desarrollo la investigación titulada “plan de cierre y clausura botadero a cielo abierto - Municipio de la salina Casanare” para optar al título de Ingeniero Ambiental, que tuvo como objetivo principal elabora un plan para dar cierre y clausura al botadero a cielo abierto ya que este presento un mal manejo en el PGIR de Casanare, el cual el plan se enmarco en la definición de las acciones correspondientes para efectuar el cierre y saneamiento del botadero a cielo abierto

del Municipio de la Salina (Casanare), basado en la recopilación de información, la identificación de la problemática socio-ambiental y la formulación de las alternativas correctivas, que permitió mitigar los impactos negativos generados al medio ambiente y a la salud de la población, por la realización de prácticas inadecuadas de disposición final de residuos sólidos, en sitios no planificados técnicamente. Los resultados de la investigación dieron paso a que se identificaran las problemáticas sociales y ambientales generadas por la disposición final de residuos sólidos en sitios mal seleccionados, no acondicionados e inadecuadamente operados en el Municipio de la Salina; y se definieron las acciones tendientes a la corrección de los impactos negativos causados, con su respectivo plan de monitoreo. Los aportes directos al presente estudio se reflejan en la metodología utilizada ya que es similar por las técnicas de recolección de información que permitirá la identificación de la situación actual de botadero a cielo abierto de Becerril y da un bosquejo de las posibles alternativas que se pueden brindar para la restauración de este.

A nivel local actualmente se han desarrollado estudios e investigaciones relacionadas con manejo de residuos sólidos y diagnósticos de botaderos a cielo abierto, entre lo que se encontró a (Vallejo & Díaz, 2017) quienes desarrollaron una investigación titulada “Propuesta Para El Diseño Del Nuevo Relleno Sanitario Para El Municipio De Aguachica – Cesar” para optar por el título de ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia, que tuvo como objetivo principal proponer el diseño de un relleno sanitario para el Municipio de Aguachica, Cesar con un análisis cuantitativo de producción de gases y lixiviados. Dicho estudio se desarrolló por medio del método corenostós que permitió determinar la cantidad de gases y lixiviados que se van a producir durante toda la vida útil del relleno, estos cálculos se realizaron desde dos perspectivas o escenarios uno con la disposición de material orgánico solamente, mientras que el segundo con disposición de todo tipo de material, posteriormente realizaron un diseño de acuerdo con lo establecido en la RAS para la clausura y pos clausura del relleno sanitario en aras de minimizar los

impactos negativos que puedan surgir al construir el relleno sanitario en el Municipio de Aguachica, Cesar. Los aportes que brinda al presente estudio es principalmente que es un estudio pionero a nivel departamental debido a que es poca la información que se encuentra en términos de clausura y restauración de rellenos sanitarios y dicho estudio brinda un bosquejo de las herramientas y pasos a seguir en cuanto al mantenimiento, monitoreo y clausura de rellenos sanitarios.

4.2 MARCO TEÓRICO

4.2.1 ¿Qué es un botadero de basura a cielo abierto o basurero?

El botadero de basura es una de las prácticas de disposición final más antiguas que ha utilizado el hombre para tratar de deshacerse de los residuos que él mismo produce en sus diversas actividades. Según (Ramos Sánchez, 2016) se le llama botadero al sitio donde los residuos sólidos se abandonan sin separación ni tratamiento alguno. Este lugar suele funcionar sin criterios técnicos en una zona de recarga situada junto a un cuerpo de agua, un drenaje natural, etc. Allí no existe ningún tipo de control sanitario ni se impide la contaminación del ambiente; el aire, el agua y el suelo son deteriorados por la formación de gases y líquidos lixiviados, quemas y humos, polvo y olores nauseabundos. Los botaderos de basura a cielo abierto son cuna y hábitat de fauna nociva transmisora de múltiples enfermedades. En ellos se observa la presencia de perros, vacas, cerdos y otros animales que representan un peligro para la salud y la seguridad de los pobladores de la zona, especialmente para las familias de los segregadores que sobreviven en condiciones inhumanas sobre los montones de basura o en sus alrededores.

La segregación de subproductos de la basura promueve la proliferación de negocios relacionados con la reventa de materiales y el comercio ilegal. Ello ocasiona la depreciación de las áreas y construcciones colindantes; asimismo, genera suciedad, incremento de contaminantes atmosféricos y falta de seguridad por el tipo de personas que concurren a estos sitios. En la actualidad, el hecho de que los municipios abandonen sus basuras en botaderos a cielo abierto es considerado una práctica irresponsable para con las generaciones presentes y futuras, así como opuesta al desarrollo sostenible. (Jaramillo, 2002)

4.2.2 Importancia del problema de los residuos sólidos

El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones, se viene agravando como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y concentración en las áreas urbanas, del desarrollo industrial, los cambios de hábitos de consumo y mejor nivel de vida, así como también debido a otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. Al respecto (Ojeda & Quintero , 2008) manifiestan que por lo general el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos y, sin duda, ocupa un papel importante entre los distintos factores que afectan la salud de la comunidad. Por lo tanto, constituye de por sí un motivo para que se implanten las soluciones adecuadas para resolver los problemas de su manejo y disposición final.

4.2.3 Efectos de los desechos sólidos en la salud del hombre

La importancia de los residuos sólidos como causa directa de enfermedades no está bien determinada. Sin embargo, se les atribuye una incidencia en la transmisión de algunas enfermedades, al lado de otros factores principalmente por vías indirectas. Al respecto según el ministerio de ambiente (2010) expone los siguientes riesgos:

4.2.3.1 Riesgos directos que atentan contra la salud

Estos riesgos son ocasionados por el contacto directo con la basura, que a veces contiene excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas son los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, al uso de equipos inapropiados y por carecer de ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad. En la misma situación se encuentran los segregadores, cuya actividad de separación y selección de materiales es

realizada en las peores condiciones y sin la más mínima protección. Es necesario anotar que en todas estas personas se muestra una incidencia más alta de parásitos intestinales que en el público en general. (Jaramillo, 2002)

4.2.3.2 Riesgos indirectos que atentan contra la salud.

Proliferación de vectores sanitarios: Los riesgos causados por el manejo inadecuado de basuras son principalmente indirectos, y afectan al público en general. Ellos se originan por la proliferación de vectores de enfermedades tales como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que encuentran en los residuos sólidos su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción.

Ejemplos:

1. Vector: Mosca

Enfermedad: Fiebre tifoidea, Salmonellosis, Disenterías, Diarrea infantil, Otra infecciones.

2. Vector: Cucaracha

Enfermedad: Fiebre tifoidea Gastroenteritis Infecciones intestinales Disenterías Diarrea Lepra Intoxicación

3. Vector: Mosquitos

Enfermedad: Alimenticia, Malaria Fiebre amarilla, Dengue, Encefalitis y vírica.

4. Vector: Ratas

Enfermedad: Peste, bubónica, Tifus murino, Rickettsiosis, vesiculosa, Enfermedades diarreicas, Disenterías, Rabia.

4.2.4 Efectos de los desechos sólidos en el ambiente

El efecto ambiental más obvio del manejo inadecuado de la basura es el deterioro estético de las ciudades y paisaje natural. La degradación del paisaje natural, ocasionada por la basura regada, va en aumento cada vez más, deteriorando nuestros ya menguados lugares bellos.

-Contaminación del agua

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido, es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por el vertimiento de las basuras a los ríos y quebradas, y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto, respectivamente.

La descarga de las basuras a las corrientes de agua, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutrofización; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población. La descarga de las basuras en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, traen consigo también la disminución de los cauces y canales, y la obstrucción de los alcantarillados. (Jaramillo J. , 2002)

-Contaminación del suelo



Imagen 1 Contaminación del suelo del botadero a cielo abierto Becerril

Fuente: (Pérez, 2019)

Deterioro estético y desvalorización tanto del terreno como de las áreas vecinas, por el abandono y acumulación de los desechos sólidos a cielo abierto. Por otro lado, se contamina el suelo debido a las distintas sustancias depositadas allí, sin ningún control.

-Contaminación del aire

En los botaderos a cielo abierto es evidente el impacto negativo causado por los desechos, debido a los incendios y humos que reducen la visibilidad y son causa de irritaciones nasales y de la vista, así como de incremento en las afecciones pulmonares, además de las molestias originadas por los malos olores.

-Recurso paisajístico

Aunque no es uno de los recursos usualmente más mencionados, el paisaje es uno de los más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana ya que genera estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor. Estos efectos obstruyen nuestro diario laborar y afectan nuestra calidad de vida, impidiendo que estemos en armonía con nuestro entorno y afectando a la comunidad en general. El creciente desarrollo urbano y, por ende, la gran concentración poblacional del país ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos. (MINAN, 2017)

-Aspectos administrativos

Uno de los indicadores que a primera vista reflejan la salud y calidad de vida de una población es el estado de limpieza y la belleza de su ciudad. El manejo de los residuos sólidos y su disposición sanitaria final, determinan en consecuencia la calidad de la administración local y la eficiencia de sus dirigentes así como, obviamente, de quien representa la primera autoridad, el Alcalde. A través del servicio público de aseo se puede evaluar la voluntad política, la capacidad de gestión y su responsabilidad para brindar la debida protección de la salud pública y de los trabajadores, además de obtener un buen aspecto y protección del ambiente en su territorio municipal. Es conveniente destacar que, a través del empleo de tecnología apropiada y de una buena planeación y administración, se podrán abaratar los costos por la prestación del servicio y, por lo tanto, se logrará también una tarifa razonable que permita su autofinanciamiento, de acuerdo con la capacidad de pago del usuario. "UNA CIUDAD LIMPIA ES MOTIVO DE ORGULLO PARA SUS HABITANTES" (Jaramillo, 2002)

-Situación de los residuos sólidos

A lo largo de la historia, el primer problema de los residuos sólidos ha sido su eliminación, pues su presencia es más evidente que otro tipo de residuos y su proximidad resulta molesta. La sociedad solucionó este problema quitándolo de la vista, arrojándolo a las afueras de las ciudades, cauces de los ríos o en el mar, u ocultándolo mediante enterramiento. El crecimiento acelerado de la población en los últimos años, así como el proceso de industrialización han aumentado la generación de residuos. Es un hecho que la tasa de generación de residuos de la región aumenta año tras año. Ello por el crecimiento de la población y el aumento en la tasa individual de generación de residuos, propiciada fundamentalmente por una cultura que privilegia lo desechable. Salazar Gámez (2009). Tesis de grado Planes de manejo ambiental en clausura de botaderos a cielo abierto barranquilla.

Estudios realizados hasta la fecha estiman que el aumento en la tasa de generación de residuos es de un 5% anual. (CONAMA, 2006)

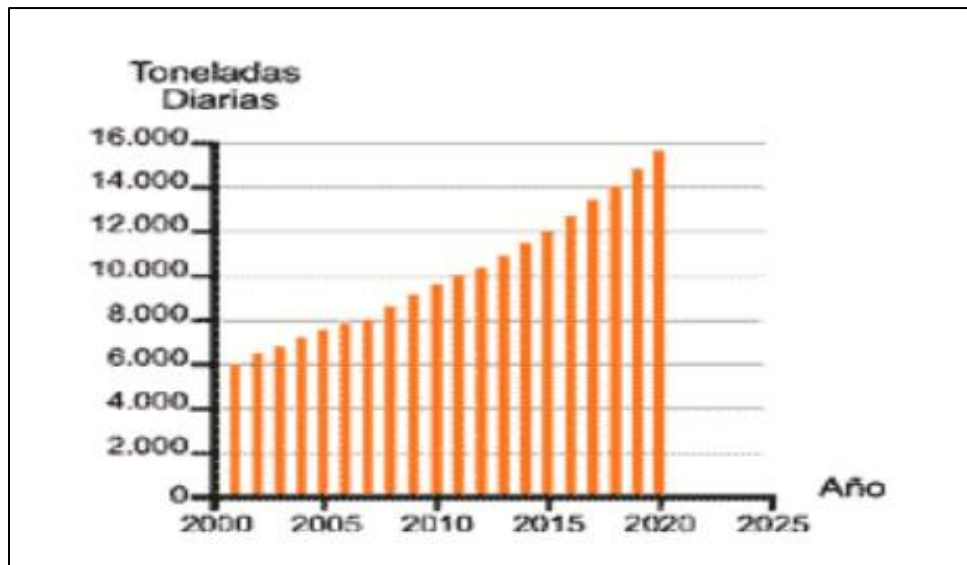


Figura 1 Tasa de Generación de Residuos

Fuente: (Conama, 2006)

Se trata entonces de un tema muy complejo que involucra aspectos de tipo económicos, tecnológicos, ambientales, territoriales, sociales y políticos. Por lo demás, está claro que salvo contadas excepciones, hoy existe una actitud ciudadana completamente indiferente en cuanto a la cantidad y calidad de los desechos que se generan. El que aún las empresas no se preocupen de minimizar aquellos residuos asociados a los envases de los productos de consumo y que las actividades de recuperación de materiales sean mayoritariamente de tipo informal, como es el caso de los llamados "cartoneros", son claros ejemplos de esta situación. Hace 30 años, la generación de residuos por persona era de unos 200 a 500 gr/hab/día, mientras que hoy se estima entre 500 y 1.000 gr/hab/día. (Salazar, 2009)

4.2.5 Relleno sanitario

El relleno sanitario es una técnica de disposición final de los residuos sólidos en el suelo que no causa molestia ni peligro para la salud o la seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de su clausura. Según (Echeverri & Gomez , 2011) esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más estrecha posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos por efecto de la descomposición de la materia orgánica. Hace poco menos de un siglo, en Estados Unidos, surgió el relleno sanitario como resultado de las experiencias, de compactación y cobertura de los residuos con equipo pesado; desde entonces, se emplea este término para aludir al sitio en el cual los residuos son primero depositados y luego cubiertos al final de cada día de operación.

En la actualidad, el relleno sanitario moderno se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito radica en la adecuada selección del

sitio, en su diseño y, por supuesto, en su óptima operación y control. (Jaramillo J. , 2002)

4.2.5.1 Principios básicos de un relleno sanitario

Se considera oportuno resaltar las siguientes prácticas básicas para la construcción, operación y mantenimiento de un relleno sanitario:

- Supervisión constante durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga, recubre la basura y compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.
- Desviación de las aguas de escorrentía para evitar en lo posible su ingreso al relleno sanitario.
- Considerar la altura de la celda diaria para disminuir los problemas de hundimientos y lograr mayor estabilidad.
- El cubrimiento diario con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar.
- La compactación de los residuos sólidos con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio.
- Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental.

- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural. (Jaramillo J. , 2002)

4.2.5.2 Relleno sanitario operado con equipo pesado

- **Relleno sanitario mecanizado:** El relleno sanitario mecanizado es aquel diseñado para las grandes ciudades y poblaciones que generan más de 40 toneladas diarias. Por sus exigencias es un proyecto de ingeniería bastante complejo, que va más allá de operar con equipo pesado. Esto último está relacionado con la cantidad y el tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y la ejecución del relleno, y la infraestructura requerida, tanto para recibir los residuos como para el control de las operaciones, el monto y manejo de las inversiones y los gastos de operación y mantenimiento. Para operar este tipo de relleno sanitario se requiere del uso de un compactador de residuos sólidos, así como equipo especializado para el movimiento de tierra: tractor de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc.
- **Relleno sanitario semimecanizado:** Cuando la población genere o tenga que disponer entre 16 y 40 toneladas diarias de residuos sólidos en el relleno sanitario, es conveniente usar maquinaria pesada como apoyo al trabajo manual, a fin de hacer una buena compactación de la basura, estabilizar los terraplenes y dar mayor vida útil al relleno. En estos casos, el tractor agrícola adaptado con una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo para la compactación puede ser un equipo apropiado para operar este relleno al que podríamos llamar semimecanizado. Con base en experiencias previas,

se puede afirmar que es necesario el empleo de equipos de movimiento de tierras (tractores de orugas o retroexcavadoras) en forma permanente cuando al relleno sanitario se llevan más de 40 t/día de residuos sólidos. En la Región, esto equivale por lo general a poblaciones mayores de 40.000 habitantes.

Por su versatilidad, el tractor agrícola puede servir para prestar o apoyar el servicio de recolección de basura si de preferencia se le engancha un remolque con volteo hidráulico de unos 6 a 8 metros cúbicos de capacidad o bien una caja compactadora, dependiendo de las necesidades y recursos de la localidad. (Jaramillo, 2002)

- **Relleno sanitario manual:** Es una adaptación del concepto de relleno sanitario para las pequeñas poblaciones que por la cantidad y el tipo de residuos que producen –menos de 15 t/día–, además de sus condiciones económicas, no están en capacidad de adquirir el equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

4.2.5.3 Ventajas y limitaciones de un relleno sanitario

La siguiente tabla resume las principales ventajas y desventajas del relleno sanitario:

Tabla 1 Ventajas y limitaciones del Relleno Sanitario

VENTAJAS Y LIMITACIONES DEL RELLENO SANITARIO	
Ventajas	Limitaciones
1. La inversión inicial es inferior a la que se necesita para instaurar el tratamiento de residuos mediante placas de incineración o de compost.	1. La adquisición del terreno es difícil debido a la oposición de los vecinos al sitio seleccionado, fenómeno conocido como NIMBY (not in my back yard “no

	<p>es mi patio trasero”), por diversas razones:</p> <ul style="list-style-type: none"> -La falta de conocimiento sobre la técnica del relleno sanitario. -Se asocia el término relleno sanitario al de botadero a cielo abierto. -La evidente desconfianza mostrada hacia las administraciones sociales que no garantizan la calidad ni sostenibilidad de la obra. -La falta de saneamiento legal del lugar.
2. Tiene menores costos de operación y mantenimiento que los métodos de tratamiento.	2. El rápido proceso de urbanización, que limita y encarece los pocos recursos disponibles, lo que obliga a ubicar el relleno sanitario en sitios alejados de la población.
3. Un relleno sanitario es un método completo y definitivo dada su capacidad para recibir todo tipo de RSM.	3. La vulnerabilidad de la calidad de las operaciones del relleno y el alto riesgo de transformarlo en un botadero a cielo abierto, principalmente por la falta de voluntad política de las administraciones municipales para invertir los fondos necesarios a fin de asegurar su correcta operación y mantenimiento.
4. Genera empleo de mano de obra poco calificada, disponible en abundancia en los países en desarrollo	4. No se recomienda el uso del relleno clausurado para construir viviendas, escuelas, etc.

<p>5. Recupera gas metano en los rellenos sanitarios que recibe más de 500 t/día lo que puede constituir una fuente alternativa de algunas ciudades.</p>	<p>5. La limitación para construir infraestructura pesada por los asentamientos y hundimientos después de clausurado el relleno.</p>
<p>6. El lugar de emplazamiento pueda existencia debe estar tan cerca del área urbana como lo permita la existencia de lugares disponibles, lo que reduce los costos de transporte y facilita la supervisión por parte de la comunidad.</p>	<p>6. Se requiere un monitoreo luego de la clausura del relleno sanitario no solo para controlar los impactos ambientales negativos sino también para evitar que la población use el sitio indebidamente.</p>
<p>7. Permite recuperar terrenos que se consideran improductivos o marginales tornándolos útiles para la construcción de parques, áreas recreativas y verdes, etc.</p>	<p>7. puede ocasionar impacto ambiental de largo plazo si no se toman las previsiones necesarias en la selección del sitio y no se ejercen los controles para mitigarlos. En rellenos sanitarios de gran tamaño conviene analizar los efectos del tráfico vehicular, sobre todo de los camiones que transportan los residuos por las vías que confluyen al sitio y que producen polvo, ruido y material volante. En el vecindario el impacto lo generan los líquidos, gases y malos olores que pueden emanar del relleno.</p>
<p>8. Un relleno sanitario puede comenzar a funcionar en corto tiempo como método de eliminación de residuos.</p>	<p>8. los predios o terrenos situados alrededor del relleno sanitario pueden devaluarse.</p>
<p>9. Se considera flexible porque puede recibir mayores cantidades adicionales</p>	<p>9. En general no puede recibir residuos peligrosos</p>

de residuos con poco incremento de personal.	
--	--

Fuente: (Jaramillo, 2002)

4.2.6 Factores importantes de los problemas ambientales

4.2.6.1 Líquido percolado o lixiviados

La descomposición o putrefacción natural de la basura, produce un líquido maloliente de color negro, conocido como lixiviado o percolado, muy parecido a las aguas residuales domésticas (aguas servidas), pero mucho más concentrado. De otro lado, las aguas de lluvias que atraviesan las capas de basura, aumentan su volumen en una proporción mucho mayor que la que produce la misma humedad de los desechos; de ahí la importancia de interceptar y desviar las aguas de escorrentía y pequeños hilos de agua antes del inicio de la operación, puesto que si el volumen de este líquido aumenta demasiado, puede causar no sólo problemas en la operación del relleno, sino también contaminar las corrientes de agua, nacimientos y pozos vecinos. Si tenemos en cuenta que el área promedio a rellenar para disponer los desechos sólidos de estas pequeñas poblaciones no es muy grande, los volúmenes de percolado entonces serán también pequeños. (Jaramillo, 2002)

Por lo tanto, se puede optar por su infiltración en el suelo dado que, con el paso del tiempo, la carga contaminante de los lixiviados disminuye una vez terminado el relleno; además, el suelo actúa como filtro natural (SAKURAI, 1980)

No obstante, para proteger las aguas superficiales y subterráneas, se deben tomar las siguientes medidas:

- Verificar que las aguas subterráneas y superficiales cercanas no estén siendo utilizadas para el consumo humano o animal.

- Establecer una altura mínima de 1.0 - 2.0 m (depende de las características del suelo) entre la parte inferior del relleno y el nivel de agua subterránea.
- Tratar de contar con un suelo arcilloso o en su defecto impermeabilizar la parte inferior mediante una capa de arcilla de 0.30 - 0.60 m. y Interceptar, canalizar y desviar el escurrimiento superficial y los pequeños hilos de agua, a fin de reducir el volumen del líquido percolado, y de mantener en buenas condiciones la operación del relleno.
- Construir un sistema de drenaje para posibilitar la recolección del líquido percolado y facilitar su posterior tratamiento en caso necesario.
- Cubrir con una capa de tierra final de unos 0.40 a 0.60 m, compactar y sembrar las áreas del relleno que hayan sido terminadas con pasto o grama para disminuir la infiltración de aguas de lluvias.

4.2.6.2 Gases

Un relleno sanitario no es otra cosa que un digestor anaeróbico en el que, debido a la descomposición natural o putrefacción de los desechos sólidos, no sólo se producen líquidos, sino también gases y otros compuestos. La descomposición natural o putrefacción de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, ocurre en dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia es la etapa en la que el oxígeno está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados, siendo rápidamente consumido. La anaerobia, en cambio, es la que predomina en el relleno sanitario y produce cantidades apreciables de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂), así como trazas de gases de olor repugnante como ácido sulfhídrico (H₂S), amoníaco (NH₃) y mercaptanos.

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

Este control se puede lograr, construyendo un sistema de drenaje vertical en piedra, colocado en diferentes puntos del relleno sanitario, para que éstos sean evacuados a la atmósfera. Como el gas metano es combustible, se puede quemar simplemente encendiendo fuego en la salida del drenaje, una vez concluido el relleno sanitario. También se puede aprovechar este gas como energía en el empleo de una pequeña cocina para calentar alimentos o como lámpara para iluminar el terreno. Es de anotar que la recuperación y aprovechamiento del gas metano con propósitos comerciales, sólo se recomienda para rellenos sanitarios que reciban más de 200 ton/día. (CETESB, 1982)

4.2.6.3 Material de cobertura

Una de las diferencias fundamentales entre un relleno sanitario y un botadero a cielo abierto es la utilización de material de cobertura para separar adecuadamente las basuras del ambiente exterior y confinarlas al final de cada jornada diaria. El cubrimiento diario de los desechos sólidos con tierra es de vital importancia para el éxito del relleno sanitario, debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas y gallinazos. y Impedir la entrada y proliferación de roedores. Evitar incendios y presencia de humos.
- Minimizar los malos olores.

- Disminuir la entrada del agua de lluvias a la basura.
- Orientar los gases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno sanitario.
- Dar una apariencia estética aceptable al relleno sanitario.
- Servir como base para las vías de acceso internas. y Permitir el crecimiento de vegetación.

4.2.7 Residuos aprovechables y basuras

Aprovechables son aquellos residuos sólidos que pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo económico y con valor comercial; las basuras son aquellos residuos que no tienen ningún valor comercial y por tanto no se reincorporan al ciclo productivo. El aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factibles y ambientalmente conveniente.

Las normas y acciones orientadas hacia los residuos aprovechables deben tener en cuenta lo siguiente:

- Se trata de materia prima con valor comercial, en consecuencia sujeta a las leyes del mercado y consideradas como insumo.
- Su destino es el aprovechamiento ya sea de manera directa o como resultado de procesos de tratamiento, rehusó, reciclaje, compostaje, lombricultura, incineración con producción u energía, entre otros.
- La definición de residuo aprovechable se deberá hacer por las autoridades ambientales y municipales en sus respectivos Planes de Gestión de Residuos Sólidos, que deberán formular. La calificación de residuo aprovechable debe darse teniendo en cuenta que exista un mercado para el residuo, en el cual están comprometidos los generadores de las materias primas y de los productos finales.

- Deben ser objeto del establecimiento de incentivos de toda índole, en especial económicos y tributarios. Teniendo en cuenta que el análisis del impacto de un producto o proceso debe ser integral, los incentivos que se otorguen deben considerar el proceso productivo en su integridad, de modo que no se distorsionen los objetivos de la gestión ambiental que consisten no sólo en disminuir un impacto ambiental específico – postconsumo-, sino todos los que se genera durante el proceso.
- La población que actualmente está realizando las actividades de recuperación debe tener reconocimiento y espacio para su trabajo.

4.2.8 Utilización de los residuos solidos

4.2.8.1 Aprovechamiento

El abastecimiento de materias primas no es ilimitado y la recuperación de lo que se considera como residuo constituye un elemento esencial para la conservación de los recursos naturales; por lo tanto, su reúso, reciclaje y empleo constructivo se constituyen en una actividad importante en la gestión integral de los residuos sólidos, cuyo objetivo último es la disminución de su volumen y, especialmente, su aprovechamiento económico. Algunas de las ventajas que le podría reportar al Municipio la recuperación de estos materiales en el origen son:

- Generar empleo organizado por medio de grupos cooperativos.
- Reducir el volumen de residuos sólidos.
- Disminuir las necesidades de equipo recolector.
- Aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios y, por lo tanto, disminuir la demanda de terrenos, que son cada día más escasos y costosos.
- Disminuir los costos por la prestación del servicio de aseo urbano.
- Conservar los recursos naturales y proteger el ambiente.

4.2.8.2 La reutilización

Un primer nivel de recuperación es el reúso, es decir, la utilización directa de un producto o material sin cambiar su forma o función básica. Un ejemplo es el reúso de envases como botellas, frascos de plástico y metal o cajas de cartón y madera. La prefabricación supone el desmonte de productos similares para su limpieza, inspección, reemplazo, restauración, ensamble, prueba y distribución subsiguientes. Los productos remanufacturados típicos son: motores o transmisiones de automóviles, compresores de refrigeración o de aire acondicionado, estufas, lavavajillas, etc. Los productos desechados también pueden ser utilizados en su forma básica pero para una nueva función, como los viejos neumáticos que sirven como rompeolas o escolleras artificiales. (Jaramillo, 2002)

4.2.8.3 El reciclaje

El reciclaje es un proceso mediante el cual los residuos se incorporan al proceso industrial como materia prima para su transformación en un nuevo producto de composición semejante (vidrios rotos, papel y cartón, metales y plásticos, etc.).

El reciclaje supone cambiar tanto la forma como la función del producto original. Por ejemplo, las llantas usadas se cortan para hacer suelas de zapatos. Los textiles se transforman en trapos para desempolvar, en rellenos de almohadas o en retazos para cobijas y alfombras.

Las ventajas ambientales que ofrece el reciclaje son indiscutibles. Sin embargo, para su ejecución siempre debe tenerse en cuenta la poca calidad de los residuos de nuestra Región y que los beneficios económicos que permiten realizarlo de manera sostenible están sujetos a la demanda en el mercado. La tendencia mundial es incrementar al máximo el reciclaje de la basura. (Jaramillo, 2002)

4.2.8.4 Compost

El compostaje es un proceso mediante el cual el contenido orgánico de la basura se reduce por la acción bacteriológica de microorganismos contenidos en los

mismos residuos orgánicos, de lo que resulta un producto denominado compost. El compost es un material similar al humus (tierra); mejora los suelos pero no es un fertilizante y puede tener un valor comercial. Sin embargo, este valor suele ser menor que el costo de producción, por lo que este sistema debe ser subsidiado por el Municipio. El método de compostaje puede ser beneficioso para los países en desarrollo, ya que mediante este proceso es posible recuperar el gran porcentaje de materia orgánica que contienen los residuos sólidos y, dado que exige la separación del resto de residuos sólidos, se convierte en una buena oportunidad para iniciar el reciclaje de otros materiales. Pero antes de decidir la construcción de una planta de compostaje, se debe estudiar cuidadosamente si el producto cuenta con un mercado potencial, ya que muchas plantas en el mundo han fracasado por no poder comercializar el producto.

El compostaje en nuestro medio ha tenido poco éxito porque:

- Requiere la separación previa de los residuos sólidos, lo que aumenta los costos. A no ser que se recolecten selectivamente aquellos con alto contenido de materia orgánica, como, por ejemplo, residuos de restaurantes, mercados, etc.
- El tratamiento de grandes cantidades adicionales es poco flexible.
- El mercado del compost es inestable.
- La inversión de capital es elevada.
- Los costos de operación y mantenimiento de la planta de compostaje son altos.
- Requiere técnicos calificados para manejar la planta.
- Los costos de transporte hacia las zonas rurales son altos.

4.3 MARCO CONCEPTUAL

Aguas de escorrentía o escurrimiento: Aguas que no penetran en el suelo o que lo hacen lentamente y que corren sobre la superficie del terreno después de la lluvia.

Altimétricos: Es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno.

Ambiente: Conjunto de elementos naturales o inducidos por el hombre que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Basura: Se entiende por basura todo residuo sólido o semisólido, con excepción de excretas de origen humano o animal, que carece de valor para el que la genera o para su inmediato poseedor. Están comprendidos en la misma definición los desechos, cenizas, elementos de barrido de calles, residuos industriales, de hospitales y de mercados, entre otros. Es sinónimo de desechos o residuos sólidos.

Celda: Conformación geométrica que se les da a los Residuos Sólidos Municipales (RSM) y al material de cubierta debidamente compactado mediante equipo mecánico o por los trabajadores de un relleno sanitario.

Biodegradable: Dicho de la materia orgánica, cualidad de ser metabolizada por medios biológicos.

Biogás: Mezcla de gases de bajo peso molecular (metano, bióxido de carbono, etc.), producto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica.

Celda: Conformación geométrica que se les da a los Residuos Sólidos Municipales (RSM) y al material de cubierta debidamente compactado mediante equipo mecánico o por los trabajadores de un relleno sanitario.

Compactación: corresponde a la pérdida de volumen que experimenta una determinada masa de suelo, debido a fuerzas externas que actúan sobre él.

Contaminante: Todo elemento, materia, sustancia, compuesto, así como toda forma de energía térmica, radiación ionizante, vibración o ruido que, al incorporarse o actuar en cualquier elemento del medio físico, altera o modifica su estado y composición o afecta la flora, la fauna o la salud humana. Debe entenderse como medio físico el suelo, el aire y el agua.

Corte: Acción de rebajar por medios mecánicos o manuales; en este caso, el terreno donde se construirá el relleno sanitario.

Degradable: Dicho de determinadas sustancias o compuestos, cualidad de descomponerse gradualmente mediante medios físicos, químicos o biológicos.

Densidad: Masa o cantidad de materia de un determinado RSM contenida en una unidad de volumen.

Diseño: Trazo o delineación de una obra o figura. Se aplica el término al proyecto básico de la obra.

Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Dren o Drenaje: Estructura que sirve para el saneamiento y la eliminación del exceso de humedad en los suelos.

Escolleras artificiales: Obra hecha con piedras o bloques de cemento u hormigón echados al fondo del agua para formar un dique de defensa contra el oleaje del mar.

Generación o producción: Cantidad de RSM originados por una fuente en un periodo determinado.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Lixiviados o percolados: Líquido producido fundamentalmente por la precipitación pluvial que se infiltra a través del material de cobertura y atraviesa las capas de basura, transportando concentraciones apreciables de materia orgánica en descomposición y otros contaminantes. Otros factores que contribuyen a la generación de lixiviado son el contenido de humedad propio de los desechos, el agua de la descomposición y la infiltración de aguas subterráneas.

Material de cobertura: Capa superficial de tierra en cada celda que tiene como finalidad aislar los residuos del ambiente externo, controlar infiltraciones y la presencia de fauna nociva.

Migración de biogás: Movimiento de las partículas de biogás a través y fuera del relleno sanitario.

Monitoreo: Muestreo y una serie de mediciones para determinar los cambios de niveles o concentraciones de contaminantes en un periodo y sitio determinados.

Nivel freático: Profundidad a la que se encuentra las aguas freáticas. Este nivel baja en tiempo de estiaje y sube en etapa de lluvias.

Pendiente: Inclinação que tiene un terreno o cualquier elemento tomando como base la relación entre la longitud horizontal y la vertical.

Permeabilidad: Es la capacidad del suelo para conducir o transportar un fluido cuando se encuentra bajo un gradiente. Varía según la densidad del suelo, el grado de saturación y el tamaño de las partículas.

PGIRS: Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Plan de manejo ambiental: Es el documento que producto de una elevación ambiental establece, de manera detallada, las acciones que se implementaran para

prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales negativos que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Influyen los planes de seguimiento, monitoreo, contingencia y abandono según la naturaleza del proyecto, obra o actividad.

Planimétricos: es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana.

Pozo de monitoreo: Perforación profunda que se hace en un relleno sanitario para medir la cantidad de biogás y la calidad de los lixiviados que ahí se generan.

Precipitación pluvial: Agua atmosférica que cae al suelo en estado líquido o sólido (lluvia, nieve o granizo).

Prevención: Conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro de un elemento.

Protección: Conjunto de políticas y medidas para prevenir y controlar el deterioro del ambiente así como para procurar su mejoramiento.

Putrefacción: Descomposición de una materia o una sustancia por la acción de diversos factores y de determinados microorganismos.

Reciclaje: Proceso mediante el cual ciertos materiales de la basura se separan, recogen, clasifican y almacenan a fin de reincorporarlos al ciclo productivo como materia prima.

Recuperación: Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, desempaquetamiento, recolección o cualquier otra forma de selección de los RSM con el objeto de reciclarlos o volverlos a utilizar.

Saneamiento: Control de todos los factores del ambiente físico del hombre que ejercen o pueden ejercer un efecto pernicioso en su desarrollo físico, salud y supervivencia.

Separación de residuos sólidos: Actividad que consiste en recuperar materiales reusables o reciclables de los residuos.

Separación en la fuente: Es la recuperación de los materiales reciclables en su punto de origen como por ejemplo: el hogar, comercio, industrias y escuelas.

Talud: Inclinación de un dique, terraplén o desmonte.

Terraplén: Macizo de tierra con que se rellena un hueco o que se levanta para hacer una defensa, un camino u otra obra semejante.

Terrazas: Ordenamiento de las pendientes muy inclinadas con el fin de crear parcelas horizontales.

Tratamiento: Proceso de transformación físico, químico o biológico de los RSM con el fin de obtener beneficios sanitarios y/o económicos y de reducir o eliminar sus efectos nocivos en el hombre y el ambiente.

Vectores: Seres vivos que intervienen en la transmisión de enfermedades al llevarlas de un enfermo o de un reservorio a una persona sana.

4.4 MARCO CONTEXTUAL

4.4.1 Localización del Municipio de Becerril

El Municipio de Becerril, se encuentra localizado en la zona Noreste del Departamento del Cesar.

Sus límites son: Por el Norte con el Municipio de Codazzi, por el Sur el Municipio de La Jagua de Ibirico, por el Este con la República de Venezuela y por el Oeste con el Municipio de El Paso.

De acuerdo con la planimetría llevada a cabo por el Esquema de Ordenamiento Territorial en el estudio, la extensión del Municipio de Becerril es de 136.159,7192 ha, que representa el 5.6% del área del departamento; las cabeceras Municipal y Corregimentales tienen un área de 282 Has. El área de las cabeceras corregimentales es de 56, 58 ha y el área de la cabecera municipal es de aproximadamente 225,42 Ha. La distancia a la capital del departamento, Valledupar, es de 105 Kms.



Imagen 2 Localización geográfica del Municipio de Becerril

Fuente: (Dane, 2005)

4.4.2 Localización del proyecto

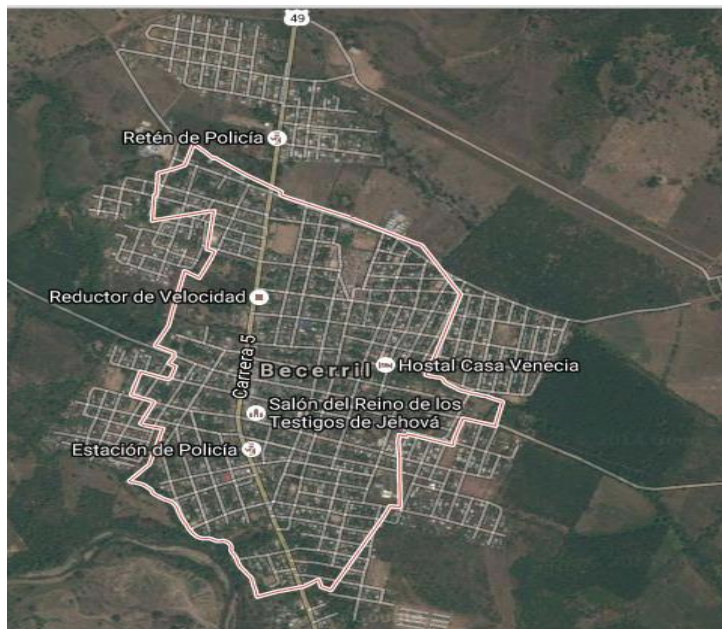


Imagen 3 Localización General en la Zona de estudio (Área Indirecta)

Fuente: (Tomado de Google Earth, 2019)



Imagen 4 Entrada de botadero por la vía de Becerril.

Fuente: (Google Earth, 2019)



Imagen 5 Localización del botadero a cielo abierto (Área Directa)

Fuente: (Tomado de Google Earth, 2019)

En la siguiente tabla se presentan las Coordenadas cartesianas que fueron tomadas en la imagen 5.

Tabla 2 Coordenadas cartesianas

CORDENADAS CARTESIANAS CON UNA ALTURA DE 98MSNM		
CORDENADAS	NORTE	OESTE
A	9° 41.05' 11"	73° 17' 58.41"
B	9° 41' 56,07"	73° 17' 47.44S"
C	9° 42' 01.83"	73° 18' 01.02"
D	9° 41' 56.12"	73° 17' 47.56"

Fuente: (Tomado de Google Earth, 2019)

Se encuentra localizado en la zona Noreste del Departamento del Cesar y sus coordenadas extremas son: Latitud Norte, entre 9°-53'-23" y 9°-38'-38"; Latitud Este - Oeste, 72°56'-08" y 73°38'34", según Meridiano de Greenwich.

Descripción física: El principal accidente geográfico es la serranía del Perijá, que lo limita con Venezuela. Su territorio es plano en su casi totalidad. Los principales ríos son el Maracas, Socomba y el Tocuy. También en parte de su área se encuentra el bloque El Descanso, habilitado para la explotación del carbón. Basa su economía en la agricultura y la ganadería. Celebra la fiesta patronal con la Virgen de la Candelaria, el 2 de febrero. Realiza el Festival de la Paletilla, en honor de los indios yukos, quienes aún habitan el territorio

Economía: La región económica donde se ubica el Municipio de Becerril - Cesar se circunscribe a la región centro del departamento del Cesar, zona que reúne características similares en cuanto a posición Geográfica, potencial del subsuelo, niveles de desarrollo socioeconómico, usos actuales y potenciales de los suelos, en algún momento se intentaron y sostuvieron relaciones de asociatividad, actividades económicas.

La principal característica de La actividad agrícola de Becerril del campo es la coexistencia de una agricultura comercial que satisface fundamentalmente la demanda regional y un sector tradicional, de economía campesina, productor de bienes alimenticios que atiende principalmente el mercado local. Dentro de la agricultura comercial se destacan por su dinámica el arroz riego y la palma africana. En lo que respecta al pequeño producto sobre salen el maíz, el frijol, el sorgo, la yuca y el plátano. La característica fundamental de La ganadería, es la explotación extensiva debido a que la superficie en pastos se ha mantenido casi constante. Los principales problemas que afecta a la actividad ganadera es la situación de orden público y en un tiempo la incidencia de la fiebre aftosa en la población bovina. La actividad minera, se desarrolla con la explotación de carbón del Descanso y Calenturitas, explotación ubicada en los municipios de Becerril y la Jagua de Ibirico.

La actividad turística, está representada por el evento folclórico del Festival de la Paletilla, y por la celebración de las fiestas patronales de la Candelaria que anualmente y por característica atrae gran cantidad de turistas en busca de sano esparcimiento. En tiempos pasados, Becerril recibía visitas de innumerables personas que disfrutaban de las fiestas tradicionales asistían al sitio que a través de los años se denominó la ollita o el azufrar, el cual es un manantial de aguas azufradas localizado a orillas del río maracas en el sector sur occidental del Municipio. En la actualidad este sitio está totalmente deteriorado y en completo abandono. En Becerril existen sitios como la Cueva del Diablo, El Altar de la Virgen, la Cueva del Indio entre otros sitios de especial interés pero que no se pueden visitar por falta de seguridad.

La Subregión centro, está conformada por siete municipios ocupando, 6.722 km², es decir, aproximadamente el 30% de la superficie del departamento. En la zona se encuentra los Ecosistemas estratégicos, Complejo Cenagoso de Zapatosa y Serranía de Perijá. La mayoría de sus suelos han tenido históricamente vocación disposición para la agricultura y la ganadería, y cuentan con un régimen de lluvias entre 1.500 y 2.500 m.m al año, las constantes inundaciones hacen que el aprovechamiento de sus suelos sea limitado. Estos son aptos para la ganadería en épocas secas y los cultivos que se quieran introducir deben ser seleccionados. (Becerril A. M., 2018)

4.5 MARCO LEGAL

La presente investigación cuenta con las siguientes disposiciones legales a nivel nacional que soportan el objetivo principal que es el diseño de alternativas que pueden ser aplicadas en el proceso de clausura y restauración de botaderos a cielo abierto, en el que se engloban leyes, decretos y resoluciones que rige los procedimientos que se deben llevar a cabo en este, desglosados a continuación:

Tabla 3 Decretos, leyes o resoluciones

Temática	Decreto, leyes o resoluciones	Contenido
Constitución de Política de Colombia.	Artículo 49 y 366	<p>Artículo 49. La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud. Corresponde al Estado organizar, dirigir y reglamentar la prestación de servicios de salud a los habitantes y de saneamiento ambiental conforme a los principios de eficiencia, universalidad y solidaridad. También, establecer las políticas para la prestación de servicios de salud por entidades privadas, y ejercer su vigilancia y control. Así mismo, establecer las competencias de la Nación, las entidades territoriales y los particulares, y determinar los aportes a su cargo en los términos y condiciones señalados en la ley.</p> <p>Artículo 366. El bienestar general y el mejoramiento de la calidad de vida de la</p>

		población son finalidades sociales del Estado. Será objetivo fundamental de su actividad la solución de las necesidades insatisfechas de salud, de educación, de saneamiento ambiental y de agua potable.
Sanitario	Ley 9 de 1979	Por el cual se dictan medidas sanitarias.
	Decreto 2240 de 1996	Por el cual se dictan normas en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir las instituciones prestadoras del servicio de salud.
Medio ambiente	Ley 99 de julio del 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.
	Decreto 2811 de 1974	(Reglamento parcialmente por los Decretos 1715 de 1978, 1741 de 1978, 2 de 1982). Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de protección al Medio Ambiente, Art 34 a 38.
	Decreto 1180 de 2003	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993, dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente.
Seguridad en el trabajo	Ley 55 de Diciembre del 1993	El objeto de esta ley es proteger a los trabajadores que se encuentren expuestos a

		productos químicos dentro de sus actividades laborales.
Servicios públicos	Ley 42 de 1994	Por la cual se establece la regulación de los Servicios Públicos Domiciliarios
	Decreto 605 de 1996	Por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994 en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo urbano.
	Resolución 1096 de 2000	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS Título F- Sistemas de aseo urbano.
	Resolución CRA SB 151 de 2001	Regulación integral de los Servicios Públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo Urbano.
Manejo y disposición final de los residuos sólidos	Decreto 2104 de 1983	Por el cual se reglamentan el título III de la parte IV del Libro I del Decreto 2811 de 1974 y los títulos I y XI de la Ley 09 de 1979 en cuanto a Residuos Sólidos.
	Decreto 838 del 23 de marzo de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y planes de cierre y restauración de rellenos sanitarios.
	Resolución 2309 de 1986	Por la cual se dictan normas para el cumplimiento del Título III de la Parte 4 del Libro 1 del Decreto Ley No. 2811 de 1974 y los títulos I, III Y XI de la Ley 9a de 197, en cuanto a Residuos Especiales.
	Resolución 541 de 1994	Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y

		disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y carga orgánica, suelo y subsuelo de excavación
	Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS y se toman otras determinaciones.
	Resolución 1684 del 25 de septiembre de 2008	Por el cual se modifica parcialmente la resolución 1390 de 2005 y se Amplía el plazo de operación de las celdas para la disposición final transitoria de residuos sólidos que tratan los artículos 5o y 7o de la Resolución 1390 de 2005, hasta el 29 de Septiembre de 2009.
	Decreto 1594 de 1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II y el Título III de la parte III-Libro I- del Decreto-Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos
Gestión ambiental	Decreto 1220 de 21 de abril de 2005	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales
Salud	Resolución 04445 de 1996:	Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir las instituciones Prestadoras de Servicios de

		Salud y se dictan otras disposiciones técnicas y administrativas.
Relleno sanitario	Resolución 1291 del 30 de marzo de 2005	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas para construcción y operación de rellenos sanitarios.
	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 hace referencia el artículo 13 de la Resolución 1045 de 2003 que no cumplan las obligaciones indicadas en el término establecido en la misma.
	Resolución 1822/2009	Modifica parcialmente la Resolución 1684 de 2008 y se amplía el plazo de operación de las celdas para la disposición final transitoria de residuos sólidos hasta el 30 de Sept 2010.

Fuente: Tomado y modificado de la constitución política, Ministerio de ambiente (2020)

5. MARCO METODOLÓGICO

5.1 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La línea de investigación es: Sostenibilidad y Gestión Ambiental

5.1.1. Sublínea de investigación

La Sublínea que corresponde a este proyecto es: Tratamiento de residuos sólidos y líquidos.

5.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación utilizado fue descriptivo que sirve para analizar cómo es y cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Permiten detallar el fenómeno estudiado básicamente a través de la medición de uno o más de sus atributos. Esta es una investigación descriptiva, porque esta describe el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen. Su alcance no permite la comprobación de hipótesis ni la predicción de resultados. (Lerma, 2003).

A través de esta metodología se realizó la descripción, registro, análisis e interpretación del problema ambiental; originado por el inadecuado manejo de los residuos sólidos en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril-Cesar.

5.3 POBLACIÓN

El Municipio del Departamento del Cesar, Becerril cuenta con una población aproximadamente de 15584 habitantes, que pueden resultar beneficiados con el diseño de alternativa para la clausura y restauración ambiental del botadero a cielo abierto.

5.4 MUESTRA POBLACIONAL DE RESIDUOS

El Área Urbana del Municipio de Becerril cuenta con un botadero a cielo abierto con una área de ocupación de 6Ha, y En la actualidad, existe aproximadamente más de 8300 m³ de residuos sólidos disperso en el botadero a cielo abierto.

5.5 DESARROLLO METODOLÓGICO

A continuación, se definen las 3 fases que fueron establecidas con sus respectivas actividades para darle cumplimiento a los objetivos propuestos.

FASE 1. Diagnosticar el estado inicial del sitio para la disposición final de residuos sólidos en el Municipio de Becerril-Cesar.

Dentro de esta fase se realizaron las siguientes actividades para darle cumplimiento al objetivo.

Actividad 1.1. Consulta de Información

Descripción: Se consultó una serie de documentos bases que permitieron tomar información secundaria, consultando documento y proyectos como: Plan básico de Ordenamiento territorial, Plan de Desarrollo Municipal y Plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS.

Actividad 1.2 Análisis de los componente del entorno en base al lugar del proyecto

Descripción: Se realizaron visitas de campo para el reconocimiento del área donde se tuvo en cuenta el aspecto ambiental, social.

Se revisaron los componentes físicos del área de estudio como: la Geomorfología, Hidrogeología, Suelos, relieve entre otros.

Los componentes climáticos como lo son la precipitación, temperatura, dirección y velocidad de los vientos, evaporación, humedad relativa, evapotranspiración potencial por el método de Penman.

$$ET_o = \frac{0,408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0,34 u_2)}$$

donde:

ET_o	evapotranspiración de referencia (mm día ⁻¹)
R_n	radiación neta en la superficie del cultivo (MJ m ⁻² día ⁻¹)
R_s	radiación extraterrestre (mm día ⁻¹)
G	flujo del calor de suelo (MJ m ⁻² día ⁻¹)
T	temperatura media del aire a 2 m de altura (°C)
u_2	velocidad del viento a 2 m de altura (m s ⁻¹)
e_s	presión de vapor de saturación (kPa)
e_a	presión real de vapor (kPa)
$e_s - e_a$	déficit de presión de vapor (kPa)
Δ	pendiente de la curva de presión de vapor (kPa °C ⁻¹)
γ	constante psicrométrica (kPa °C ⁻¹)

Imagen 6 Formula del método de Penman

Fuente: (Santana, 2011)

Actividad 1.3 Estudio de geotécnico y de suelos.

Descripción: El estudios geotécnicos permitió definir las dimensiones y la tipología del proyecto donde nos arrojará la característica del sitio y condiciones del entorno. Además se realizó un estudio de sismicidad en el Municipio de Becerril para conocer cómo se encontraba en la zona de amenaza sísmica, se hizo por medio de la Red sismología nacional de Colombia SERVIVIO GEOLOGICO COLOMBIANO.

En caso de realizarse excavaciones se hicieron a mano o con máquina, o una combinación entre ambas que no se superen la profundidad crítica evaluada (1,47m).

Actividad 1.4 Análisis topográfico del sitio de disposición final

Descripción: Se realizó un levantamiento topográfico es, donde se detalló la altura y nivel de los residuos sólidos despistados en el Botadero.

Para el levantamiento se llevó a cabo una representación gráfica de un terreno lo más fielmente posible. Es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno a edificar, como levantamiento de planos, replanteo de planos y demás.

Se hizo mediante coordenadas MAGNAS SIRGAS y se procedió a hacer los levantamientos planimétricos, altimétricos y Geoposicionados luego se hizo un formato de cartera para obtener así las cotas del terreno.

Actividad 1.5: Valoración del estado actual del sitio para la disposición final de los residuos sólidos.

Se caracterizó así:

Tabla 4 Caracterización de residuos solidos

Elemento	Peso (p)	Porcentaje (%)
----------	----------	----------------

Fuente: Autores, 2019

La proyección se realizó así:

Tabla 5 Proyección de residuos solidos

Año	Población	PPC (Kg)	Cantidad de residuos generados (ton)			
			Diaria	Semana	Mes	Año

Fuente: Autores, 2019

Teniendo en cuenta la proyección y caracterización del Plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS, del Municipio de Becerril.

FASE 2. Evaluar los riesgos naturales, humanos e impactos ambientales generados en el botadero a cielo abierto de los residuos sólidos municipales generados en el Municipio de Becerril-Cesar.

Dentro de esta fase se realizaron las siguientes actividades para darle cumplimiento al objetivo.

Actividad 2.1 Realizar una matriz de valoración de impacto ambiental.

Descripción: Se valoraron los impactos mediante la matriz de Leopold, La matriz de Leopold es un cuadro de doble entrada de relación causa-efecto empleado en la evaluación del impacto ambiental. Esta matriz sistematiza la relación entre las acciones a implementar en la ejecución de un proyecto y su posible efecto en factores ambientales.

La matriz de Leopold es ampliamente utilizada como método de evaluación cualitativo y permite asignar un carácter al impacto (positivo o negativo).

Cuando se empieza a elaborar la matriz, en la primera fila (parte superior) se colocan las acciones a ejecutar en el proyecto a evaluar. En el extremo izquierdo (primera columna) se anotan los factores ambientales que pueden ser afectados por cada acción.

En las celdas formadas por la intersección entre filas y columnas se anotan la magnitud e importancia del impacto. En las columnas finales se asientan los totales de número de afectaciones positivas, negativas y el impacto para cada factor ambiental. En las últimas filas se anotan afectaciones positivas, negativas y el impacto para cada acción. (Gómez, 2016)

ACCIONES	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	Acción 5	Acción 6	Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregado de Impacto
Factor 1		-5		-8			0	2	
Factor 2	+6	+7		+4		+4	2	1	
Factor 3	+9		-9	+10		+5	0	1	
Factor 4	-5		+4		+8		1	1	
Factor 5	+2	+4		+5	-10		1	1	
Afectaciones positivas	1	1	0	0	1	1	COMPROBACIÓN		
Afectaciones negativas	1	1	1	3	0	0			
Agregado de Impacto									

Imagen 7 Matriz de Leopold

Fuente: (Gómez, 2016)

Por último, en la esquina inferior derecha se anota el resultado de la suma total de impactos de acciones y el de factores. Ambas cifras deben ser idénticas e indican el nivel y tipo de impacto (negativo o positivo).

Actividad 2.3: Valoración de impactos

Descripción: Para la matriz de Leopold se sugieren 88 factores o componentes ambientales y 100 posibles acciones a considerar. Por lo tanto, los impactos potenciales o interacciones a evaluar son 8.800.

Dependiendo del proyecto evaluado, el investigador selecciona los factores ambientales y acciones que considere y puede agregar algunos específicos.

Cuando una interacción entre un factor ambiental y una acción es relevante, se traza una diagonal en dicha celda. (Gómez, 2016).

ACCIONES	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	Acción 5	Acción 6	Afectaciones positivas	Afectaciones negativas	Agregado de Impacto
Factores Ambientales									
Factor 1		-35		-32			0	2	-67
Factor 2	+54			-90		+20	2	1	-16
Factor 3			-36				0	1	-36
Factor 4	-10				+56		1	1	+46
Factor 5		+24		-50			1	1	-26
Afectaciones positivas	1	1	0	0	1	1	COMPROBACIÓN		
Afectaciones negativas	1	1	1	3	0	0			-99
Agregado de Impacto	+44	-11	-36	-172	+56	+20		-99	-99

Imagen 8 Desarrollo de la Matriz de Leopold

Fuente: (Gomez, 2016)

- **El signo, magnitud e importancia del impacto**

-Los valores de la magnitud del impacto y el valor de la importancia del mismo han sido preestablecidos en tablas de referencia. De estas tablas, el investigador toma los valores según su criterio.

-En las tablas de referencia, los valores de la magnitud del impacto varían entre + 1 hasta +10 si el impacto es positivo. Cuando el impacto se evalúa como negativo se asignan valores entre -1 a -10.

-La valoración de la importancia del impacto sobre el ambiente siempre tiene valores positivos que van desde el 1 hasta el 10.

-En la celda de la diagonal seleccionada de la interacción entre un factor ambiental y acción relevante, se anotan dos valores. Arriba de la diagonal se anota el valor de la magnitud del impacto seleccionado y debajo de esta diagonal el valor de la importancia.

-Posteriormente, cada celda tendrá un único valor positivo o negativo, como resultado de multiplicar la magnitud por la importancia. Ese será el valor y signo del impacto causado por una interacción concreta entre una acción y un factor ambiental dado. (Gómez, 2016).

- **Balance de las afectaciones**

En las columnas correspondientes se asienta el número total de afectaciones negativas y positivas para cada factor ambiental. Además, se debe registrar la sumatoria del total de celdas para cada factor ambiental.

De la misma manera se hace en las filas correspondientes para las afectaciones negativas y positivas totales de cada acción y la sumatoria total.

- **Valoración final**

-Se suman todos los valores totales de los factores ambientales y todos los valores totales para las acciones, los cuales deben coincidir. Si el valor obtenido es negativo, se considera que el impacto causado globalmente por el proyecto afecta negativamente al ambiente.

En caso de obtenerse valores positivos, el proyecto no está afectando desfavorablemente al ambiente. De hecho, se puede concluir que el proyecto puede estar incrementando favorablemente factores ambientales.

- **Evaluación de los resultados**

Los resultados obtenidos en la aplicación de la matriz de Leopold se pueden analizar mediante estadística básica o gráficamente.

- **Análisis estadístico**

-Para esto, se calcula la media y la desviación estándar para las sumas de las filas y para las columnas (agregación de impactos). Cualquier valor de una celda mayor que la desviación estándar y la media se considera que afecta al ambiente.

Esa acción concreta del proyecto debe ser considerada para medidas de prevención o mitigación. (Gómez, 2016).

FASE 3. Plantear alternativas para la restauración ambiental y paisajística del botadero a cielo abierto.

Dentro de esta fase se realizarán las siguientes actividades para darle cumplimiento al objetivo.

Actividad 3.1 Diseño de las celda del botadero a cielo abierto.

Descripción: Teniendo en cuenta las formular para el cálculo de diseño:

$$VD = \left(\frac{Rg}{dc}\right) * Fa \rightarrow \text{Volumen de diseño}$$

Donde:

Rg: cantidad de residuos que se encuentran depositado en el botadero.

Dc: Densidad de los residuos sólidos compactados (ton/m³)

Fa: Factor de aplicación (Adm) corresponde al material de cobertura

$$Ars = \frac{VDt}{ht} \rightarrow \text{Área superficial para el relleno sanitario}$$

Dónde:

Vdt: Volumen de diseño de trinchera

Ht: profundidad de la celda de trinchera (m)

-Ancho superficial:

$$r = \frac{\text{relacion largo}}{\text{ancho}} \text{ (m)}$$

-Largo superficial:

$$As = \left(\frac{Ars}{r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad Ls = (As * r)$$

-Largo de fondo:

$$Lf = (Ls - 2 (tl * h))$$

Dónde:

h= Altura de la celda área (m)

tl= talud m/m

-Área de fondo

$$Arf = Lf * Af$$

-Volumen del material

$$V = \frac{h}{3} * ((S_1 + S_2) + \sqrt{(S_1 * S_2)})$$

S₂ = área de fondo de la celda (Arf).

S₁ = área superficial de la celda (Ars)

h= altura de la capa de material de cobertura (hmc).

Entre otras.

Actividad 3.2 Alternativas para dar solución de la disposición final de los residuos sólidos dispersos en el botadero a cielo abierto.

Descripción: por medio de los estudios técnicos que se realizaron se escogerán las alternativas técnicas más apropiadas para la solución de la disposición final de los residuos sólidos.

Actividad 3.3 Selección de la alternativa más viable, técnica, económica y ambientalmente.

Descripción: Esta actividad es muy importante ya que aquí se identificó la mejor solución para estos problemas presentados en el botadero a cielo abierto de becerril-cesar. Para la elección de la alternativa se tendrá en cuenta la que sea más viable técnica, económica y ambientalmente comparando sus ventajas y el costo que representa su ejecución.

Actividad 3.4 Realizar planes para minimizar o eliminar impactos ambientales.

Descripción: En esta última fase se realizó un plan de manejo ambiental donde se evaluó la etapa de clausura en la búsqueda de los elementos de planeación, diseño, construcción y administración que permitan la disposición controlada de los residuos sólidos generados en el municipio, minimizando los riesgos sobre la salud de la población trabajadora y la residente.

-Plan de seguimiento y monitoreo: constituye en una herramienta para aproximarse al conocimiento de la evolución de la calidad socio-ambiental en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto mediante el acopio y análisis de datos e información pertinente que permite evaluar la eficiencia de las obras, sistemas, medidas o estrategias de manejo ambiental y verificar el cumplimiento de las normas, estándares y compromisos de control ambiental y gestión social del proyecto.

-Plan de contingencia: se elaboró frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres originados en las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto o por situaciones de orden social; buscando prevenir dichos eventos, o en caso tal de suceder, disponer de respuestas rápidas y eficientes para atender el efecto causado.

6 ANÁLISIS Y RESULTADOS.

6.1. DIAGNOSTICO GENERAL

Se analizaron los componentes del entorno mediante la información consultada y visitas de campo donde se reconoció: El área de influencia, Componente Geosferico, componentes atmosféricos, componente hidrosferico Componente Biótico y Componente Socioeconómico, donde se detalla a continuación:

6.1.1 ÁREA DE INFLUENCIA

- **Área De Influencia Directa**

El área de influencia directa está establecida por el polígono donde se desarrollará el proyecto, es decir el botadero a cielo abierto y un área perimetral adicional de 1000 metros (Se puede observar en la localización del proyecto en la Imagen No 5). Por lo tanto, se puede concluir que el casco urbano del municipio no está contenido dentro del área de influencia directa del botadero a cielo abierto.

- **Área De Influencia Indirecta**

Es el espacio geográfico ubicado por fuera de los límites del área de influencia directa. Se identifica en forma clara la presencia del área urbana del municipio de Becerril dentro de dicha área. (Se puede observar en la localización del proyecto en la Imagen No 3).

6.1.2 COMPONENTE GEOSFERICO

Geomorfología: A partir del marco geográfico y estructural conformado por la planicie aluvial del Rio Cesar y Macizo de la Serranía de Perijá, la zona comprende gran variedad de relieves, desde áreas planas, hasta alturas que sobrepasan los 2.500 m.s.n.m.

Las principales unidades morfológicas o modelados del terreno se describen a continuación:

Planicies de Inundación (A). Comprende las zonas de relieve más bajo, compuestas por terrazas y llanura de inundación con escurrimiento difuso incipiente como proceso geomorfológico dominante.

Se localiza en el piso basal, en alturas menores de 500 m.s.n.m, en alrededores de las ciénagas, deques, complejos de orillares y basines.

Geológicamente hace parte del Cenozóico inferior y Cretáceo, encontrándose dentro de estas unidades, cinco (5) grupos litológicos o materiales tanto subyacentes como superficiales, a saber: Arenas, limos, arcillas, arcillolitas y conglomerados rocosos de ambiente fluvial o lagunar.

Planices de Piedemonte (B). Constituye las unidades intermedias entre las planices de inundación y las colinas, con los siguientes modelados menores:

- Abanicos aluviales
- Sabanas (Abanicos)
- Terrazas
- Valles intermontanos y Valles aluviales.

Los abanicos presentan en su parte superior escurrimiento difuso y concentrado, mientras que en su parte inferior, que es de relieve plano, ligeramente plano a plano conexo, el proceso dominante es el escurrimiento difuso.

En los flancos del valle predominan conos y abanicos que forman terrazas, mesas y cuestras. En algunas áreas estos abanicos se han inclinado suavemente, existiendo además un riesgo tectónico centrado sobre la falla de Arenas Blancas y otras asociadas.

Las planicies de piedemonte se caracterizan por contener depósitos aluviales, coluviales y fluvioglaciares: en relieve plano a ligeramente ondulado, con pendientes del orden de 0 al 12%.

Geológicamente, esta unidad de las planicies de piedemonte, corresponde al Cuaternario, con una litología dominante, constituida por rocas sedimentarias, conformadas por Shales, calizas, areniscas y lutitas de negras.

Colinas (C). Se presentan aisladas o en conjuntos extensos, localizados en la base de las montañas. Se caracterizan por presentar relieve ondulado a quebrado, con pendientes mayores al 7%. Constituyen un paisaje sobre superficies de denudación, con procesos erosivos muy dinámicos, debido a la pendiente dominante (7-25%) y a la escasez de vegetación.

Litológicamente están conformadas por areniscas de color gris, con infiltraciones de shales, lutitas y pizarras marrones verdosas.

Zonas de Alta Montaña (D). Conformadas por el piedemonte y área montañosa de la Serranía de Perijá. Esta unidad de piso Subandino, muestra un relieve quebrado a escarpado, con pendientes mayores al 25% en su parte alta; en la zona de piedemonte su relieve es ondulado con pendientes menores.

Se observa fundamentalmente, la presencia de procesos de escurrimiento difuso, solifluxión y deslizamientos. Su geología se remonta a la era Paleozóica y Precámbrica con predominio litológico de rocas metamórficas y sedimentarias, en las cuales se observan filitas, cuarcitas, neiss y granodioritas.

6.1.3 GEOLOGIA

Región serranía de Perijá.

La serranía de Perijá, presentan algunas diferencias, que hacen convenientes que cada subregión geológica del municipio se trate independientemente.

- **Estratigrafía**

La región de Perijá, correspondiente a la parte nororiental del departamento, está formada esencialmente por rocas metamórficas y sedimentarias cuyas edades están comprendidas entre el Cambro-Ordoviciano y el Reciente. En superficie las rocas sedimentarias son altamente predominantes y cubren aproximadamente el 90% del área, le siguen en importancia las metamórficas y en último lugar las ígneas volcánicas.

- **Rocas sedimentarias**

Son las más ampliamente distribuidas en la serranía de Perijá y sus edades varían del Devónico al Reciente, de una manera general se puede decir que la mayor parte de las épocas geológicas están presentes en Perijá, sin embargo, en el mapa respectivo se han unido de tal forma que sean representativos a la escala de la publicación del presente informe.

- **Formación Rionegro, (Kir):** En la Serranía de Perijá, la secuencia cretácea se inicia con esta unidad, cuyo nombre se ha aplicado en el mismo sentido que en Venezuela. La formación Rionegro se apoya sobre capas de la Unidad La Quinta y yace bajo el Grupo Cogollo. La formación Rionegro es detrítica, de composición especialmente arcósica, su espesor máximo alcanza 3.000m en la sección tipo, aunque varía substancialmente. (Miller, 1960) en Julivert, 1968).

La formación Rionegro presenta variaciones tanto en su geometría compactación, potencia, como su composición (principalmente en minerales accesorios o contenidos de arcilla) y los espesores son menores en el flanco occidental de la serranía que los de la región fronteriza. Esta formación es posible observarla en las siguientes localidades: al EN de Becerril, en los cerros Caballera, América.

- **Unidad La Quinta Sedimentaria, (Jqs):** La Quinta Sedimentaria (Jqs), está constituida por una sección monótona de limolitas rojas sílfceas, ocasionalmente arenosas masivas con fractura concoidea, estratificación plana paralela, generalmente en láminas delgadas hasta capas muy gruesas. Presentan laminación interna plana, paralela a ligeramente ondulada, algunas veces de arena fina, con venas de calcita y manifestaciones de malaquita. Están intercaladas con estratos medianos a gruesos y niveles conglomeráticos que tienen cantos de cuarzo lechoso, con estratificación inclinada y cruzada y capas que se acuñan. En ocasiones esta unidad es atravesada por diques de ignimbritas oscuras, con fragmentos volcánicos de 2 a 20 cm. Hacia el lecho se encuentran localmente intercalaciones de toba líticas, que meteorizan a colores blanco o crema como puede observarse en el carreteable a la estación. La Frontera, cerca al sitio el Limón.

Esta unidad, predominante sedimentaria, ha sido correlacionada con la parte sedimentaria de la formación Giran y parcialmente con la Formación la Quinta, en Venezuela.

- **Grupo Cogollo, (Kmc):** Miller (1.960), en Julivert (1.968), utilizó este término para la serranía de Perijá y el Valle del río Cesar en el mismo sentido que Sutton (1.946) y Rod and Mayne (1.954), en Venezuela. Miller, lo divide en “Cogollo Inferior” que consta de calizas, calizas arenosas y areniscas calcáreas y tendría una edad Barremiano- Aptiano, y “Cogollo Superior”, con calizas menos macizas y de estratificación más fina, de edad Aptiano Cenomaniano. Este grupo presenta variaciones de espesor importantes lo mismo que las formaciones Riónegro y la Luna.

El grupo Cogollo se observó en esta región constituido de base a lecho por una potente secuencia de caliza gris azulosa en capas medianas hasta muy gruesas, mayores de 5 m, variando de “mudstone” a “grainstone” con intercalaciones ocasionales de lutitas negras carbonosas y abundante contenido de fósiles: bivalvos y otros restos de conchas; son frecuentes en esta parte la presencia de dolinas y

algunas cavernas con estalactitas y estalagmitas, como las ubicadas al noreste de Becerril, en los alrededores de los sitios de Yoba, La Pista y la Flecha.

De la parte media al techo se distingue un nivel lodolítico carbonoso y moscovítico, otro arenoso y arcilloso y uno más superior calcáreo, con calizas lumaquelicas de color gris claro; los estratos son delgados a medios. Tiene abundante peleofauna: Amonitas, pelecípodos, gasterópodos, crinoideos y algas. Microscópicamente se identificaron fosfatos, glauconita, óxidos de hierro, chert, cuarzo y dolomitización. García (1.990). En este nivel en el franco occidental de la Serranía, al sur de Codazzi y del río Sicarare, se observa que las diaclasas que afectan la unidad han sufrido disolución dando lugar a espacios hasta 1.5 m de ancho y varios metros de longitud.

- **Formación la luna:** Consta de una secuencia alternante de lutitas negras carbonosas, limolitas, arcillolitas, calizas negras bituminosas que al partirlas expelen olor a petróleo, capas delgadas de chert y arenisca calcárea. Predomina la secuencia calcárea hacia el techo en estratos delgados a medianos, clasificados como calizas de grano medio a fino. Tiene numerosas concreciones en forma de disco, ovaladas y elipsoidales desde pocos cm hasta 120 cm o más de diámetro, en las concreciones más pequeñas generalmente se encuentra abundante pirita, algunas son ovaladas y localmente contienen fragmentos y restos de amonitas. En el informe de García (1.990) se menciona que en la formación se encuentran foraminíferos, amonitas, bivalvos y otros restos de conchas. A diferencia del Cogollo, en la parte calcárea de la formación La Luna, no se observaron fenómenos de disolución. Aflora al noroeste y sureste del municipio de Becerril.
- **Formación Barco:** Aflora en forma de clinas aisladas al norte del Río Tucuy. ECOPETROL lo reporta en los pozos Cesar F-1X y Río Maracas.

La formación fue definida por Notestein y otros (1.944), en Ward y otros (1.973), en el filo oriental del Anticlinal Petróleo de la Concesión Barco, allí formada por 215 m de arenisca, shale y arcillolita intercaladas.

- **Formación cuestas:** Se hallan constituido por arenisca de color gris claro a blanco semiconsolidado, cuarzosa, de grano medio a grueso, con estratificación cruzada, intercaladas con conglomerados de matriz arenosa con cantos alargados denominados “Huevos de Paloma” de cuarzo ahumado de 3 cm de diámetro, areniscas con costras ferruginosas y arcillolitas limosas de colores violeta, gris y rojizo. La estratificación es en capas delgadas y ocasionalmente media. Su espesor varía entre 160y 400 m al E. de la Loma y reposa discordante sobre el Terciario Inferior. García (1.990) reporta en el pozo Paso- 1,619 mts y considera que su espesor total puede ser de 800m. En el campo su expresión morfológica es de leves ondulaciones con alturas que no superan los 25 m.

Región Norte de la Cordillera Oriental. Comprende el área meridional del municipio y se prolonga hacia el sur hasta el límite con el municipio de Becerril; geológicamente corresponde a la parte más septentrional del Macizo de Santander y por consiguiente para la descripción de las unidades litológicas presentes se seguirá la nomenclatura que para estas áreas se ha utilizado en la Serranía de Perijá por ingeominas.

- **Estratigrafía**

En esta región es conocida la presencia de rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias cuyas edades varían del pre-cámbrico hasta el reciente; arealmente las rocas más ampliamente distribuidas son las ígneas, tanto intrusivas como volcánicas, seguidas por las metamórficas y en menor proporción se encuentran las rocas sedimentarias, las ultimas constituyen principalmente, la parte plana del municipio.

- **Rocas metamórficas**

Están representadas por rocas de alto a bajo grado de metamorfismo que afloran en el suroeste del municipio, y cuya descripción se hace en la unidad Metasedimentos de La Quebrada de la Virgen.

- **Unidad Metasedimentaria de la Quebrada La Virgen, (Pzmv):**

Posiblemente es de la mayor extensión areal en el Cesar, definida por Royero y otros (en elaboración), en el cauce medio y bajo de la Quebrada La Virgen que se localiza al noreste del Municipio de Pelaya; se trata de una secuencia de matarenitas grises de grano fino a medio, metalimonitas gris verdosas localmente rojizas, filitas gris verdosas a violáceas, metaconglomerados de color gris claro a rosado y metalodolitas grises a gris verdoso. La secuencia presenta un grado de metamorfismo muy bajo, ya que localmente es posible observar la textura sedimentaria que aún se conserva.

A partir de la localidad donde fue definida la unidad se prolonga hacia el sur, al oriente de la falla de Bucaramanga, por 18 Kms aproximadamente; hacia el norte se divide en 2 bloques; el más oriental cerca al límite departamental se prolonga por 56 Km y termina al oriente del municipio de San Roque, el bloque occidental con dirección NW se continua hasta el alto El Champán al W del municipio de Curumani y su extensión es de unos 45 Kms.

Un cuerpo aislado de los anteriores aflora al oriente de Becerril extendiéndose hasta cerca de la frontera con Venezuela, y hacia el norte se continúa por cerca de 45 Km.

Sedimentos Recientes

En esta parte se describen los sedimentos que conforman las partes planas del municipio, que por su composición y características se consideran de edad

Cuaterniana; teniendo en cuenta su extensión y condiciones hidrogeológicas locales son las más importantes. Ellos son: las terrazas (Qt), abanicos aluviales (Qcal), llanuras aluviales (Qlla).

- Abanicos aluviales, (Qcal): Representan una disminución repentina en el poder de transporte de una corriente a medida que pasa de un gradiente abrupto a uno suave; al reducir la velocidad, la corriente comienza rápidamente a vaciar su carga (Leet y Judson. 1.990).

En la Serranía de Perijá se distingue el abanico de Casacará constituido por el río del mismo nombre, este último retrabajado y dividido en dos partes, norte y sur. Son de espesores no mayores de 10 m observables, con pendientes muy leves, distinguibles en fotografías aéreas principalmente.

Su composición es de gravas finas y cantos en una matriz areno-limosa proveniente de areniscas, limolitas rojas, algunas areniscas arcósicas de la Formación Río Negro Y calizas cretáceas.

- Llanuras aluviales (Qlla): Corresponden a los depósitos más recientes acumulados por las corrientes en la zona plana y semiplana (de la provincia denominada planicie del Cesar, para efectos de la hidrogeología); su expresión morfológica es una superficie horizontal (plana), donde sus componentes son observables en los cortes de ríos y quebradas. Se caracterizan por una granulometría fina compuesta por arenas finas, limos y arcillas que generalmente están cubiertas por un delgado nivel de gravas finas y algunos centímetros

En la Serranía de Perijá, el río Cesar es el principal aportante junto con los afluentes que vienen de estos accidente topográfico. Su composición en cercanías de la cordillera predominan las arenas mientras que al occidente los limos y arcillas están en mayor proporción.

6.1.4 COMPONENTE ATMOSFÉRICO

Precipitación: En primera instancia debe señalarse que para el análisis del comportamiento de lluvias y en general climático de la zona de análisis, se han elaborado cuadros estadísticos y gráficos correspondientes, los cuales hacen parte de la discusión interpretativa que se desarrolla a continuación.

A la región de interés y de acuerdo con el Gráfico No. 5 y 5.1 le caracteriza un comportamiento de tipo Bimodal, es decir, determinado por un invierno y un verano durante el año hidrológico, el cual se define como el período comprendido entre el inicio del verano, pasando por el invierno, hasta el final del último verano del año calendario.

Para la zona de análisis, el año hidrológico comienza en diciembre y termina en noviembre del siguiente año.

Con las estaciones analizadas, se puede deducir que la temporada de lluvias se registra entre los meses de abril y mayo para el primer período y de agosto, septiembre y octubre para el segundo. Se puede establecer que el segundo período además de ser de mayor duración, tiene el mes más lluvioso. (Octubre); El período seco más fuerte corresponde a diciembre, enero, febrero y marzo y un pequeño veranillo a mitad de año, entre junio y julio. Los meses de julio y noviembre se pueden considerar como de transición entre el verano a invierno y viceversa.

Igualmente, en los gráficos mencionados, se puede apreciar que en las estaciones localizadas en la parte baja de la montaña o serranía se presenta un régimen bimodal con tendencia hacia el monomodal, ya que el veranillo de mediados de año es muy débil. A medida que se aleja de la montaña y se adentra en la sabana, la forma de la curva de distribución anual de la precipitación, comienza a diferenciar un invierno del otro, mostrando con mayor claridad el carácter bimodal del régimen.

En la distribución de las isoyetas para la zona de análisis, en la parte noroeste del municipio, en cercanías a la estación Guaimaral (suroeste del municipio de Codazzi), se observa la formación de otro núcleo de menor intensidad con valores cercanos a los 1000 mm.

En la cuenca del río Calenturitas, la precipitación aumenta de los 1450 mm en la parte de la sabana, hasta los 1900 mm en la parte media. Para la parte alta de la cuenca no hay estaciones, por lo tanto no se puede establecer la variación altitudinal de la precipitación en la cuenca. Lo mismo sucede con la cuenca del río Casacará, donde la precipitación aumenta comparativamente de 1450 a 1500 mm.

En un sentido suroeste y nordeste (a lo largo del área municipal), se puede apreciar una leve variabilidad, de 1450 a 1500 mm. Las variaciones se dan hacia la montaña, donde la variabilidad establece una diferencia de 500 mm.

PRECIPITACION PORCENTUAL MULTIANUAL



Figura 2 Precipitación Porcentual Multianual

Fuente: Autores, 2020



Figura 3 Precipitación Porcentual Centenario

Fuente: Autores, 2020

La variación de la temperatura observada entre estaciones de la zona, está directamente relacionada con el gradiente altitudinal, ya que el trópico se caracteriza por la relativa uniformidad de la temperatura en cada sitio, durante el año. Las principales diferencias en la temperatura están condicionadas por la presión barométrica y las variaciones se dan prácticamente durante el día, pero esas oscilaciones son insignificantes si se comparan con las que presentan las regiones septentrionales de nuestro planeta.

La temperatura es poco variable durante el año y puede sufrir espacialmente variaciones leves, como se puede apreciar en el plano climatológico. Se puede inferir que a medida que se asciende por la Serranía del Perijá, se pueden presentar variaciones fuertes en los valores medios multianuales de la temperatura, sin embargo por la falta de información es difícil establecer su comportamiento altitudinal. En el Cuadros Nos. II-2, II-3 y II-4 se presentan los valores de temperatura para las estaciones, siendo el promedio de 29.6 °C, con valores extremos de 33.1 y 27.1 °C.

Temperatura

La variación de la temperatura observada en la estación, está directamente relacionada con el gradiente altitudinal, ya que el trópico se caracteriza por la relativa uniformidad de la temperatura en cada sitio durante el año. Las principales diferencias en la temperatura están condicionadas por la presión barométrica y las variaciones se dan prácticamente durante el día, pero esas oscilaciones son insignificantes si se comparan con las que presentan las regiones septentrionales de nuestro planeta tierra.

La temperatura es poco variable durante el año y puede sufrir espacialmente variaciones leves. Se puede inferir que a medida que se asciende por la Serranía del Perijá, se pueden presentar variaciones fuertes en los valores medios multianuales de la temperatura, siendo el promedio de 27.7 °C, con valores extremos de 29.6 y 29.3 °C.

Las temperaturas más altas se presentan en el mes de febrero y las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre y diciembre.

Dirección y velocidad de los vientos

La mayor frecuencia se presenta en la dirección SSE, con un valor de 9.53%. La dirección del viento tiende a ser homogénea en las direcciones NNO-SSE-SE-ESE-ENE-NE-N Y NNE. Las velocidades de viento masas fuertes se presentan en la dirección SSE, destacándose los siguientes rangos:

Rangos: 0.3 – 1.5 m/seg 7.08 %

1.6 – 3.3 m/seg 2.3 %

3.4 – 5.4 m/seg 0.10 %

Los vientos más fuertes se presentan en el mes de febrero. El viento interviene en la dispersión de las partículas y elementos de bajo peso como plásticos, papeles y cartones en las zonas descapotadas del botadero.

Evaporación

La evaporación es alta en la estación de verano, con un valor máximo en febrero de 186.9 mm. Y un mínimo de 121,5 mm en noviembre, presentándose en el mes de julio un crecimiento de 146,3 mm a pesar de ser tiempo de transición lluviosa esto se produce debido principalmente a los fuertes vientos y el efecto de la insolación. La evaporación promedio anual es de 1769,1 mm.

Brillo (Horas de sol Media Mensuales)

En los meses de verano se presentan promedios de 275 horas, contrastando con los meses de invierno de un mínimo de 118,4 horas. El promedio mensual es de 215.3 horas y diario de 8,2 horas. Hacia la parte alta estos valores se reducen debido al sistema orográfico de la serranía de Perijá y la mayor vegetación existente. El brillo solar es importante para la actividad fotosintética de los microorganismos.

Humedad Relativa

La humedad relativa promedio en la estación Guaimaral (riveras del río Cesar) es del 70 %, con variaciones máximas absolutas entre 83 y 42 %. A su vez, la evaporación media anual medida en el tanque clase A es de 2.372.3 mm, con valores mensuales mínimos y máximos de 104 y 396.

Para la estación Socomba los valores más altos coinciden con los meses de precipitaciones abundantes, el promedio anual es de 77%. En época de verano los valores llegan hasta el 63%, mes de febrero. Y el invierno hasta 84%, mes de octubre, con variaciones máximas absolutas entre 85 y 55 %.

En el área montañosa no se reportaron valores de humedad relativa, por ello es factible que los porcentajes sean altos y por ende, la Evapotranspiración sea menor.

Evapotranspiración potencial (ETP).

La Evapotranspiración Potencial ETP decadal, se estimó por el método de Penman para Centenario y Guaimaral y García López para la estación Socomba. En las figuras 4 y 5, se presentan los valores mensuales obtenidos de la Evapotranspiración Potencial estimada para las estaciones Hacienda Centenario y Guaimaral respectivamente.

La ETP estimada por el método de Penman en la estación Hacienda Centenario es de 1999 mm y 1486 mm de precipitación, es decir, la ETP a nivel multianual es mayor a la precipitación. El máximo decadal de la ETP se presenta en la tercera década de marzo con 64.41 mm y un mínimo de 48.78 en la primera y segunda década de diciembre. En la estación Guaimaral la ETP es de 2507 mm y 1200 mm de precipitación, con un máximo en la segunda década de marzo con 78.92 mm y el mínimo en la tercera década de octubre con 58.51mm. Como se puede apreciar en todas las estaciones climatológicas de la zona la ETP anual es mayor a la precipitación media multianual.

Para la Estación Socomba la ETP para los seis años, se estimó por el método de García López, para un año típico la ETP estimada es de 1326.8 mm.

En la figura No. 6, se presentan los valores mensuales obtenidos de la Evapotranspiración Potencial estimada para la estación Socomba.

PARAMETROS	MESES											
	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AG.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<i>ETP diaria</i>	5.38	5.81	6.17	5.98	5.55	5.72	6.53	5.55	5.13	4.90	4.90	5.05
<i>1 & década</i>	55.15	53.03	62.52	60.93	57.79	57.05	58.13	58.35	52.54	50.97	48.78	51.11
<i>2 & década</i>	55.74	53.78	64.21	59.78	57.21	57.13	58.26	57.49	51.13	50.63	48.78	52.21
<i>3 & década</i>	55.81	55.74	64.41	58.79	56.90	57.34	58.17	56.06	50.30	50.19	49.32	53.31
<i>ETP mensual</i>	166.7	162.5	191.1	179.5	171.9	171.53	174.5	171.9	153.9	151.7	146.8	156.6
<i>Tº</i>	28.0	28.50	28.90	28.70	28.20	28.40	28.30	28.20	27.70	27.40	27.40	27.60

Figura 4 Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de Penman Estación Centenario

Fuente: Estudio Técnico del esquema de ordenamiento Territorial de Becerril, a partir de registro del ODEAM 1999.

PARAMETROS	MESES											
	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AG.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<i>ETP diaria</i>	5.63	6.17	6.26	5.89	5.46	5.46	5.71	5.63	5.21	4.89	5.12	5.29
<i>1 & década</i>	57.59	56.61	63.23	61.37	58.12	54.23	58.35	59.22	53.42	50.67	50.60	53.49
<i>2 & década</i>	58.30	57.27	65.17	58.80	56.35	54.32	59.25	58.34	51.89	50.41	51.15	54.64
<i>3 & década</i>	58.56	58.79	64.68	57.60	55.66	55.12	59.55	56.89	50.87	50.40	51.98	55.79
<i>ETP mensual</i>	174.4	172.6	194.0	176.7	169.1	163.6	177.1	174.4	156.1	151.4	153.7	163.7
<i>Tº</i>	30.1	30.5	30.2	30.2	29.5	29.4	29.6	29.5	29.1	28.5	28.8	29.4

Figura 5 Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de Penman Estación Guaimaral

Fuente: Estudios Equipo Técnico a partir de registros del IDEAM 1999

PARÁMETROS	MESES												TOTAL
	ENE	FEB.	MAR	ABR.	MAY	JUN.	JUL.	AG.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
T°	28,2	28,5	28,5	28,4	27,7	27,7	27,7	27,4	27,4	26,9	27	27,4	332,8
HR	80	83	78	82	83	83	81	84	84	85	85	80	85
N	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
ETP*	131,4	140,2	131,2	120	109,2	92,9	110	106,6	96,8	91,2	91	106,6	1327,1

Figura 6 Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Por el Método de García López Estación Socomba.

Fuente: Estudios Equipo Técnico, a partir de registros del IDEAM - 1999

El cálculo de la evapotranspiración potencial, se expresa en la siguiente formula:

$$ETP = 1.21 * 10 (10(7.45T/234.7+T) * (1-0.01 HR) + 0.21 T - 2.30 * N$$

Donde:

T°: Temperatura Media Mensual

N: Número de Días

HR: Humedad Relativa en Porcentaje

ETP: Evapotranspiración Potencial Mensual en mm

El máximo en seis años de la ETP se presenta en el mes de febrero con 140.2 mm y un mínimo de 90.0 mm en noviembre.

ESTACION HACIENDA CENTENARIO

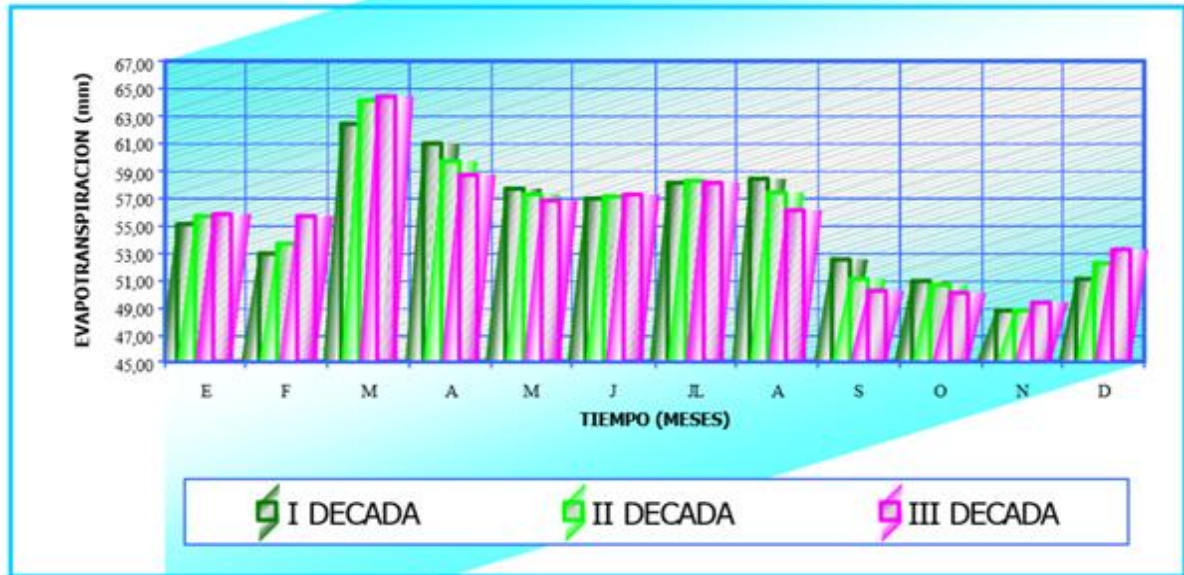


Figura 7 Evapotranspiración Decadal Centenario– Método De Penman

Fuente: Autores 2020

ESTACION GUAIMARAL

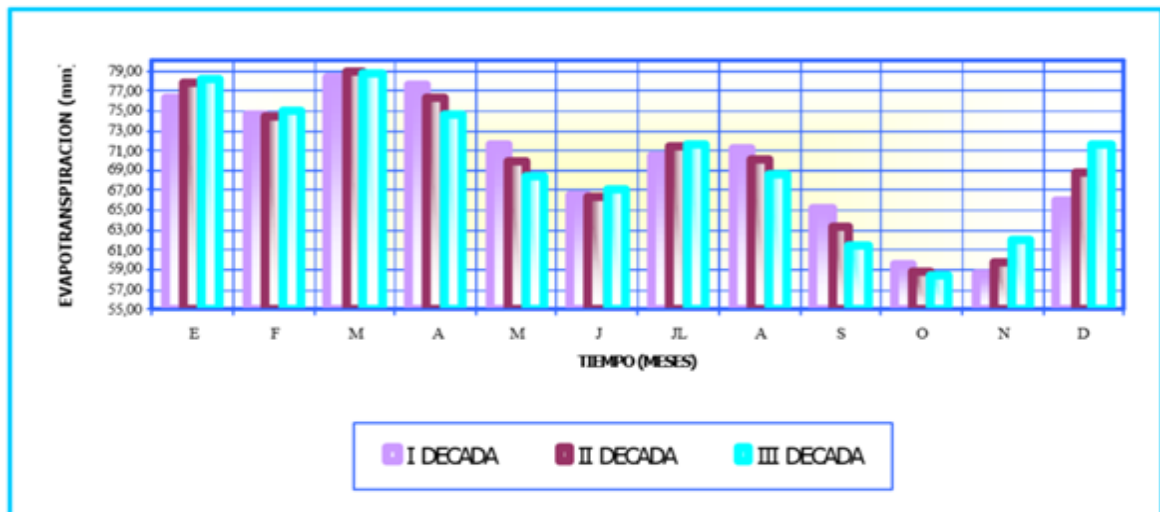


Figura 8 Evapotranspiración Decadal Guaimaral- Método De Penman

Fuente: Autores 2020

6.1.5 COMPONENTE HIDROSFERICO

Hidrología superficial

El análisis de los aspectos hidrográficos del municipio, señala como unidad principal a la cuenca mayor del Rio Cesar, cuya extensión total es de 23.787 Km^2 .

Dentro del municipio, esta cuenca se divide en “Cesar medio Margen Izquierda” y conformada por subcuencas o unidades hidrológicas menores.

Río Casacará: Localizado en el extremo norte del municipio de Becerril, sirve de límite con el municipio de Codazzi. Posee una cuenca angosta pero alargada, su curso principal nace en la línea fronteriza, a 3400 metros de altura; hasta la parte baja (costa 100) hace un recorrido de 38 Km y a la desembocadura en el rio Cesar el recorrido total es de 105 Km. La mayor parte de su cuenca está dentro del área substraída en el INDERENA (Acuerdo 46/75) y en su margen izquierda se halla la Reserva de los Yukos de Iroka, creada por el INCOR. A el confluyen dentro del área de estudio, importantes corrientes entre las que se encuentran: Quebradas El Paujil y Eroca: arroyos Las Nieves, Las Pavas, El Pino, San José, Boquete, Candela, Maraquitas; caños Zanjo, Tocula, Los Tintos, Pacho, entre otros de menor importancia, presentando un caudal medio anual estimado de 7.6.m³/seg, caudal mínimo anual de 1.3 m³/seg, caudal máximo anual de 9.88 m³/seg, la densidad de drenaje es de 86.3 m/km², con una pendiente media total de 18m/km². La subcuenca cubre un área total de 121.600Has distribuida en el municipio de Agustín Codazzi con 95.000 Ha equivalente al 78% y Becerril con 26.600 has, es decir un veintidós 22% del total.

Rio Calenturitas: conformado por las subcuencas del Rio Maracas y el Rio Tucuy, el cual nace en la línea fronteriza. En su margen izquierda, casi desde su nacimiento, se encuentra la otra Reserva Especial, Yukos de Socomba, establecida por el INCORA; sus aguas surcan los terrenos del proyecto minero calenturitas: así mismo, atraviesa el proyecto El Descanso, en su extremo Sur.

Rio Tucuy: La subcuenca del rio Tucuy, nace en la línea fronteriza, en la cuchilla cerro Azul; es una de las subcuencas mayores del municipio, con 38.896 hectáreas de extensión, con un 30% de la misma en terreno montañoso, alcanzando alturas máximas de hasta 2500 m.s.n.m. y mínimas de 70 m.s.n.m., con jurisdicción en los municipios de Becerril y vierte sus aguas junto con el Rio Maracas, para formar el rio Calenturitas a una altura de 71m.s.n.m.

Rio Maracas: La cuenca del Rio Maracas tiene un área de 403.1 km² que representa el 35.1% de la superficie total del municipio de Becerril y es la que surte de agua al acueducto, existiendo zonas que presentan erosión de moderada a muy severa.

Su localización se define entre las coordenadas geográficas extremas: latitud norte, entre los 9°56´ y 9°38´, longitud oeste entre 73°29´ y 72°58´.

Arroyos menores: Dentro del área montañosa y plana del municipio, se encuentran otras fuentes menores que caben resaltar por su importancia en la red hidrográfica del municipio como los arroyos el Roncon, Yoba drenare del Maracas, el Tomasucal y calo Moño principalmente. Se caracterizan por ser cortos, de poca profundidad y caudal intermitente.

Entre las subcuencas más importantes en el municipio encontramos: La subcuenca del Rio Tucuy, Arroyo Zumbador, subcuenca del Rio Sororia, Cuenca del Arroyo San Antonio; como cuerpos de agua importantes, ya que son los vasos naturales que regulan y equilibran los excesos de agua de los ríos, son nichos ecológicos, refugio de fauna y flora terrestre y acuática de una inmensa significación económica y ambiental, cabe mencionar la laguna de Mechoacan con 12 ha, localizada en la vereda que lleva el mismo nombre en cercanía del corregimiento de la Palmita.

Los nacimientos de agua más conservados son los de las cabeceras de los ríos Tucuy y Soraria, que se encuentran sobre los 2000 m.s.n.m. y donde se localizan los últimos relictos boscosos de la subcuenca; estas áreas presentan las mismas

amenazas que el resto de los nacimientos, pero por su tamaño se notan más conservados; es aquí donde la diversidad florística es mayor y donde se refugia la fauna silvestre del área.

6.1.6 COMPONENTE BIÓTICO

➤ FAUNA

• Mamíferos

Partiendo de las referencias dadas por los habitantes de la zona y de información secundaria investigada, se lograron identificar 37 especies, siendo el orden carnívora con 11, donde sobresalen diferentes especies de zorro, el Tigre y Tigrillo, Mapurito, Guache y Osos.

Igualmente dentro del orden de los primates, se identifican seis (6) especies referidas a monos, micos y marimonda, que se localizan tanto en la planicie aluvial como en los bosques de la serranía del Perijá. A su vez dentro del orden antiodactyla se ubican seis especies, especialmente en cuanto a venados y zainos.

El cauquero rojo o venado pequeño es una de las especies más importantes, debido a que se encuentra reportada (en el ámbito de subespecie) en el Libro Rojo de fauna en peligro de extinción, este venado es muy apetecido en la zona, por lo que se caza con intensidad.

Tanto los conejos del genero *Sylvilagus floridanus* como los Murciélagos de varias especies pertenecientes a por lo menos dos familias, son mamíferos abundantes en la zona, aunque al primero se le somete a fuerte cacería para el consumo doméstico.

- **Aves**

La avifauna de mayor ocurrencia en la zona está representada a 17 familias que habitan las diferentes zonas de vida.

La familia con mayor número de especies es la cracidae caracterizada por que sus integrantes son de diversos tamaños y predominantes arborícola o terrestres. Dentro de esta familia están. Las pavas, paujil y guacharacas entre otras. Se han observado otras especies como el azulejo, barranquero, carcajada y el colibrí verde.

Algunas de las ves reportadas son de hábitos diurnos y solitarios, con excepción del cardenal (*pyrocephalus rubinus saturatus*) y la palomo maguablanca (*Zenaida auriculada sternura*). Su alimentación consiste en frutas y/o pequeños insecto, encontrándose algunas especializadas en uno u otro de estos alimentos. El Barranquero (*momous momota spatha*) tiene hábitos ribereños por lo que fácilmente se le puede observar merodeando estas zonas.

- **Reptiles**

La información existente permite determinar la existencia de por lo menos ocho especies de serpientes pertenecientes a seis familias, de las cuales la cazadora, la boquidura y la coral son muy venenosas. La boa (*Boa constrictor imperator*) tiene importancia económica, pues su piel es empleada para elaborar zapatos y carteras; las demás son de hábitos omnívoros o carnívoros que requieren de vegetación para realizar procesos de estivación.

Estas especies son susceptibles de criar en confinamiento para repoblar las zonas donde se les captura y obtener los beneficios directos que brindan las especies silvestres.

- **Peces**

El recurso ictiólogo ha sido uno de los más afectados en el área en razón de diversos procesos de degradación hídrica a que está sometido todo el sistema hidrológico, ya sean ríos, quebradas o estanques. En efecto se ha señalado como la erosión natural o antrópica la que determina la presencia de altos grados de aporte de sedimento a las aguas, igualmente la actividad minera ha afectado los cauces naturales que cruzan los frentes carboníferos, contribuyendo igualmente a este deterioro, incide también la contaminación por agroquímicos empleados en el manejo de cultivos agroindustriales en el área plana. Fundamentalmente se identifican especies de las familias Characidae y pimelodidae, casi todas en vías de extinción.

➤ **FLORA**

Al fin de caracterizar el recurso vegetal y de manera especial los bosques que permanecen en el área en las partes altas como protectores de aguas y suelos y los de galería en algunas márgenes de ríos y quebradas, a continuación se realizan una descripción de los mismos, partiendo de las zonas de vida dominantes.

- **Bosques seco tropical (bs-t)**

Comprende aquellas zonas localizadas aproximadamente entre los 20 y 200 m.s.n.m. donde la temperatura es mayor a 24°C y los promedios anuales de precipitación fluctúan entre 1.300 y 1.500 mm. La vegetación de tipo boscosa es casi inexistente. Dado que las condiciones climáticas, topográficas y ecológicas favorecen estas áreas para actividades agropecuarias, el bosque ha sido tallado para el establecimiento especialmente de pastos y agricultura en áreas puntuales.

- **Bosque húmedo tropical (bh – t)**

Zonas ubicadas entre los 200 y 1000 m.s.n.m, con una biotemperatura media entre 26 y 28 °C y promedio anual de lluvias entre los 1.500 y 2.200 mm. El bosque que aún subsiste es de gran composición florística y los árboles alcanzan hasta 40 m de altura.

- **Boque muy húmedo premontano (bmh – PM)**

Terrenos ubicados aproximadamente entre los 1.000 a 2.000 m.s.n.m con biotemperatura media anual entre los 17 y 24° C y una precipitación media de 2.350 mm/año.

- **Bosque muy húmedo montano- (bmh MB)**

Zonas localizadas por encima de los 2.000 m.s.n.m. en las partes altas de la serranía del Perijá, presentando como límites bioclimáticos temperaturas medias inferiores a 17 °C y lluvias en promedio anual del orden de los 2.100 a 2.400 mm.

6.1.7 COMPONENTE SOCIO ECONÓMICO

La población para este municipio según el censo de 2005 correspondía a 13.941 habitantes, lo cual en función de la tasa de crecimiento (1.73%) de los últimos años, se eleva rápidamente fundamentalmente por la migración de personas atraídas por la explotación minera. La distribución territorial de la población el 69.72% (9.720 habitantes) se encuentra ubicada en el área urbana y el 30.28% (4.221 habitantes) en la zona rural.

El municipio de Becerril se caracteriza por ser uno de los principales productores de carbón de la subregión Centro del Cesar, además de las actividades agrícolas que está reflejada en la producción de cultivos (arroz, maíz tradicional, cacao, palma

africana, café, entre otros) y actividad pecuaria distribuida entre bovinos, porcinos, ovinos y equinos.

La actividad industrial en el municipio, al igual que el resto del departamento es casi nula, tan solo se presenta una empresa agroindustrial cuya razón social es Palmera Alamosa, dedicada a la explotación y extracción del aceite de palma africana con ochocientas (800) hectáreas de este cultivo en territorio del municipio de Becerril.

La actividad económica gira alrededor de la minería, que genera uno de los mayores ingresos propios del municipio, le sigue la agricultura, la ganadería y el comercio en último renglón.

6.2 DIAGNOSTICO TÉCNICO

A continuación se presenta los resultados de los estudios de análisis topográfico, Geotécnico y de suelo, realizados en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril-cesar.

6.1.2. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de calcular el área del predio y el volumen de deposición final acumulado en él, se hizo planimétrico y altimétrico para poder calcular el área del lote y el volumen de deposición final y a su vez se hizo un levantamiento que nos permitiera observar todo tipo de detalle que está en dicho lote.

El botadero a cielo abierto del Municipio está ubicado en terrenos propios según datos obtenidos de la oficina de planeación municipal.

Localizado a 1.96 kilómetro de la vía que conduce al corregimiento La Guajirita y se accede al predio por la margen izquierda de dicha vía.

El sitio de disposición final cuenta con un área de 9.2 Ha.

La altimetría ha sido elaborada tomando diferencias en altura cada 20 m. podemos determinar que el terreno es plano con pendientes de 0,8 % y 1%.

- **Espesores y volúmenes de residuos**

Para calcular los volúmenes de residuos existentes en el botadero se realizó un estudio de planimetría y altimetría de todo el predio, de cada una de las pilas de basuras dispuestas y de la basura dispersa sobre la vía de acceso.

El volumen total de residuos dispuestos a cielo abierto hasta la fecha del estudio es de 19.707 m³ aproximadamente, cabe resaltar que este volumen se incrementa todos los días ya que se sigue depositando las basuras en este sitio sin ningún control.

- **Vías y Accesibilidad**

La vía de acceso se encuentra destapada y en malas condiciones, dentro del botadero se hallan varias pilas de basura amontonadas.

- **Distancia del sitio de disposición al perímetro urbanos**

La zona de estudio está ubicada a 1.96 kilómetro del perímetro urbano.

- **Distancia del sitio de disposición a cuerpos de agua**

La distancia a la fuente de agua superficial más cercana es de 120 metros (Rio Maracas).



Imagen 10 Deposición de basura

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019



Imagen 11 Levantamiento del área de la Zona del proyecto.

Fuente: Alcaldía municipal de Becerril. 2019

Equipo: Los equipos utilizados en este estudio topográfico fueron:

- Estación Total Topcom Gts 3000, es un diodo de pulsos láser invisible para medidas de distancia y un Puntero Láser Rojo Visible para identificar el punto de medida en el centro de la cruz filar del objetivo. El puntero láser visible es un láser Clase 2, que se puede encender y apagar fácilmente cuando se necesite. (Topoequipos S.A, 2015)
- GPS Garmin, El receptor GPS es de alta sensibilidad obtiene las señales GPS rápidamente y rastrea tu ubicación incluso en localizaciones difíciles, aparte puedes transferir datos a tu dispositivo, se conecta fácilmente al ordenador mediante USB. (Gamin Colombia, 2020)
- Herramienta Menor, Son aquellas herramientas como cinta métrica, estaca, piquetes, plomada, niveles, etc.

6.2.2 ESTUDIO DE GEOTÉCNICO Y DE SUELOS

Generalidades

Es importante realizar actividades de saneamiento y cierre y clausura del botadero a cielo ha abierto para minimizar los impactos ambientales que se están generando en el área.

Las muestras de campo fueron recogidas y en el presente trabajo se muestran los resultados pertinentes al estudio geotécnico.

Inicialmente se relaciona la información que se obtuvo previamente, también se hace referencia a las características geomorfológicas del sitio.

Se desarrolla el análisis de los datos obtenidos en el campo y el laboratorio; se determinan las características del sub-suelo y su estratigrafía.

- **Localización del proyecto**

El predio bajo estudio es el botadero a cielo abierto.

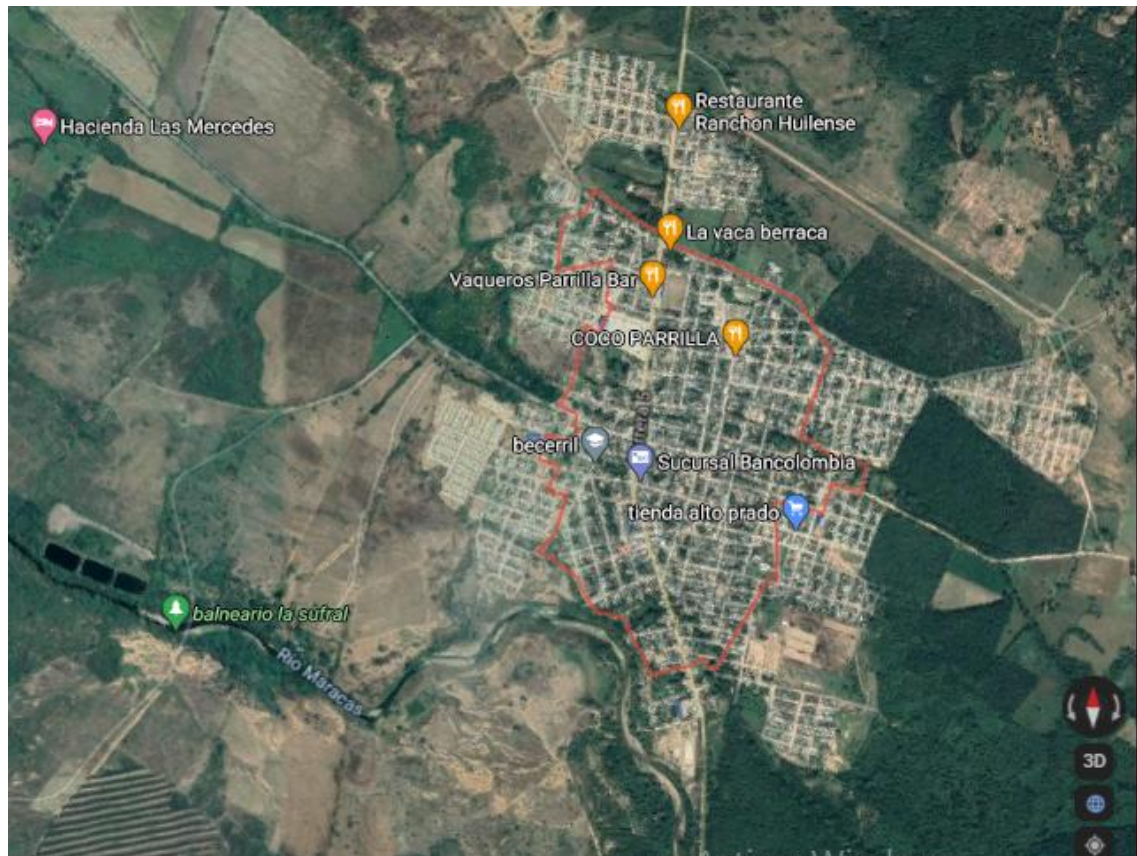


Imagen 12 Localización General de la zona de estudio.

Fuente: Tomada de Google earth, 2019



Imagen 13 Detalle de la zona de estudio

Fuente: Tomada de Google earth, 2020

Generalidades zona de estudio

En el desarrollo de la investigación, se hizo un total de Tres (3) Sondeos, se recopiló y se evaluó toda la información geotécnica pertinente, también la información sobre las condiciones del sitio, características y entorno de este.

Características del sitio

- **Accidentes geomorfológicos**

La superficie del terreno es plana en el municipio de Becerril Cesar. Existe vegetación densa a los alrededores del área bajo estudio.

- **Características de las edificaciones existentes**

Actualmente en el sitio no existen viviendas que pudieran estar afectadas por las características o estado actual del suelo bajo estudio.

6.2.2.1 Condiciones del entorno

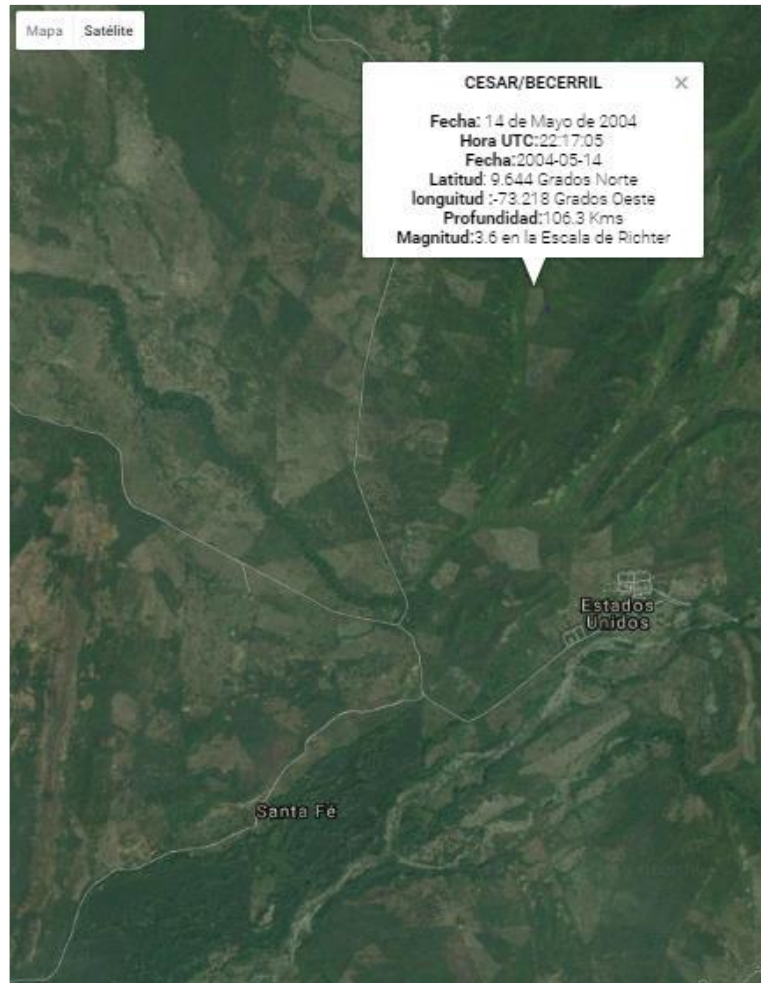
- **Paisaje natural**

La parte plana, que comprende el casco urbano de Becerril y sus alrededores, cuyo paisaje deja apreciar terrazas aluviales, complejo de orillares, entre otros. Esta planicie acumula sedimentos fluviales del Cuaternario. Sus suelos son aptos para la agricultura y la ganadería. Existen pastos naturales con alternancia de cultivos, vegetación de tipo arbustivo, bosque de galería, rastrojo entre otros.

El área montañosa, que corresponde a la Serranía del Perijá, donde predominan rocas sedimentarias del Mesozoico y rocas del Paleozoico. Los suelos desarrollados en las laderas quebradas, son en general pobres en bases pero aptos para cultivos permanentes y semipermanentes. Alberga un paisaje de disección con valles profundos, depresiones intramontanas, gargantas, entre otras. Existen sedimentos de origen marino, bosques, rastrojos, pastos naturales, entre otros. (Becerril A. m., 2019)

- **Sismicidad**

El municipio de Becerril, Departamento del Cesar, se encuentra en la zona de amenaza sísmica BAJA de acuerdo con las normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR-10. El coeficiente de aceleración piso efectivo $A_a=1,6$ y $A_v=2,4$.



Profundidad: 106.3 Km
Latitud: 9.644 - Longitud: -73.218
Epicentro: CESAR/BECERRIL

Imagen 14 Mapa Sismicidad histórica. Municipio de Becerril Cesar.

Fuente: Alcaldía municipal de Becerril (Servicio geológico colombiano , 2019)

Los efectos locales de respuesta sísmica deben evaluarse empleando un perfil del suelo D, caracterizado por perfil de suelos rígidos con velocidad media de onda del cortante en rango $360 > V_s > 180$.

Por concentrarse en un perfil de suelo Tipo D, el valor de $F_v = 2,4$ y el Valor de $F_a = 1,6$.

Las características del proyecto hacen que clasifique como estructura de ocupación especial (grupo I) asignándole un coeficiente de importancia 1 según tabla A.2.5.1.3. De la norma NRS-10.

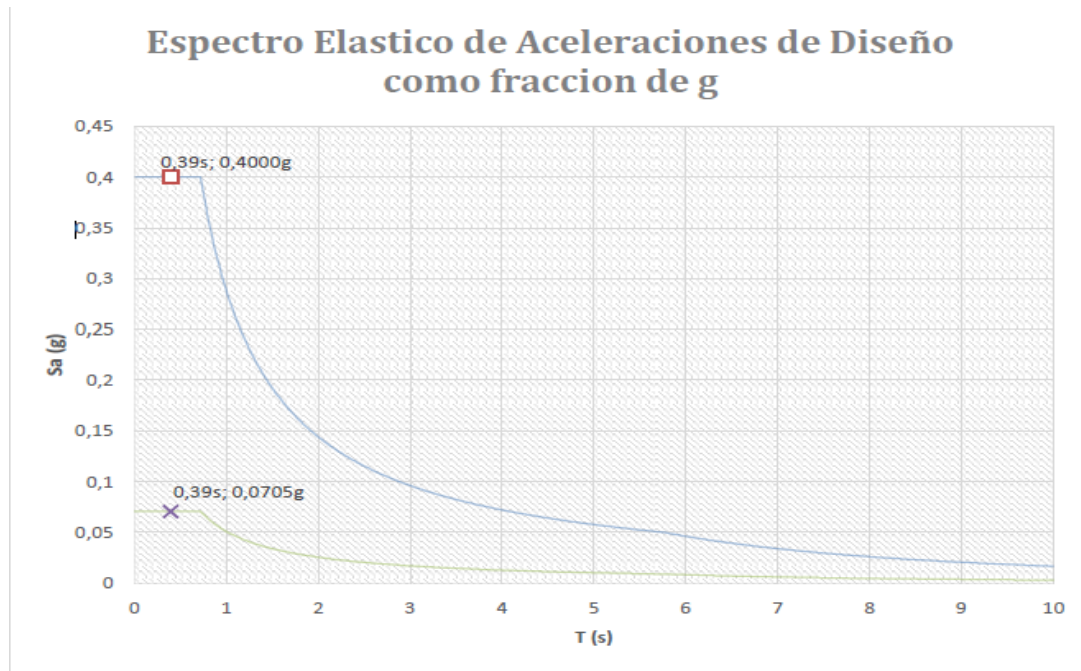


Figura 10 Espectro de diseño sísmico

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

6.2.2.2 Geología regional

El Municipio de Becerril Cesar se localiza en la placa 88, y dentro de la geología general de la zona: se encuentra en la formación Geológica (QLLA) llanuras aluviales.

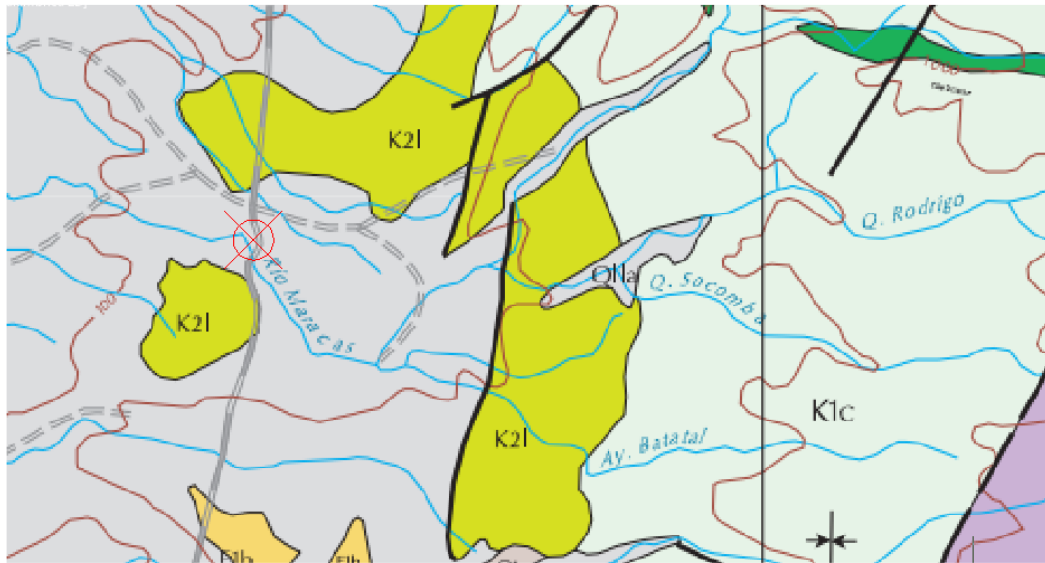


Imagen 15 formación Geológica en el Municipio de Becerril Cesar.

Fuente: (EOT del municipio Becerril- Cesar. 2019)

6.2.2.3 Geología estructural.

En este ítem se harán una breve descripción de los pliegues y fallas que afectan las diferentes unidades litológicas reconocidas en el área municipal; los pliegues más notorios están relacionados con la región de Perijá predominantemente sedimentaria, mientras que la región plana del valle del río Cesar, predominan esencialmente los sedimentos aluviales.

Pliegues. Los pliegues principales se localizan en la región Serranía de Perijá. En un sentido amplio se considera que la serranía es un anticlinorio cuyo núcleo está formado por rocas paleozoicas y sus flancos por sedimentos rojos mesozoicos y rocas cretáceas; esta estructura mayor se encuentra fallada y replegada. La zona plegada se continúa al oeste del área montañosa, en parte cubierta por sedimentos recientes; su presencia se ha determinado mediante estudios geofísicos de resistividad eléctrica, la interpretación de perfiles geológicos y datos de pozos perforados.

El anticlinal de Becerril es una estructura en el subsuelo, que se presenta al oeste de la Jagua de Ibirico y se prolonga hacia el norte hasta cerca del Municipio de este nombre, el núcleo de esta estructura lo constituyen rocas cretáceas, (García, C., 1.990). Un sinclinal con flancos muy suaves, menores de 100 de inclinación, se encuentran al norte del río Tucuy en la secuencia calcárea del Cogollo.

Sistema de Fallas NE-SW.

El sistema de fracturamiento NE-SW, controla el drenaje en la zona montañosa del departamento del Cesar y es muy notorio en imágenes de satélite, fotografías aéreas y mapas topográficos. En la serranía de Perijá, se incluye todos los lineamientos a lo largo de los ríos Casacará, Maracas y Tucuy.

6.2.2.4 Geotecnia del perfil estratigrafico y discusion de los resultados

Estratigrafia

De acuerdo a los registros y el análisis de las muestras del suelo, se pudo determinar que ente la superficie y las máximas profundidades exploradas, el subsuelo está conformado de la siguiente forma:

- Sondeo 1 muestra 1, se encontró arena Limosa SM, con Humedad 5,4% y 42,76% de finos
- Sondeo 2 muestra 1, se encontró arena Limosa SM, con Humedad 5,35% y 42,74% de finos
- Sondeo 3 muestra 1, se encontró arena Limosa SM con Humedad 5,3% y 42,76% de finos

Perfil estratigráfico

A partir de los registros el plan exploratorio y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil estratigráfico de diseño.

Sonseo 1

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:	Relleno sanitario a cielo abierto Municipio de Becerril Cesar.						
EMPRESA:	INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S						
Profundidad de sondeo:	2,4	[m]					
Nivel freatico:		[m]					
						Scala 1:50	
ESTRATIGRAFIA	Nº	DESCRIPCION	γ [t/m ³]	σ [t/m ²]	σ_u [KPa]/cm ²	ϕ [grad]	E [MPa]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							



Sondeo 2

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:		Relleno sanitario a cielo abierto Municipio de Becerril Cesar.				
EMPRESA:		INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S				
Profundidad de sondeo:		2,4	(m)			
Nivel freatico:			(m)	Scala 1:50		

ESTRATIGRAFIA	NF	DESCRIPCION	γ [t/m ³]	c [t/m ²]	cu [KPa]/cm ²	ϕ [grad]	E [MPa]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
6							
8							
8							
10							



Sondeo 3

COLUMNA ESTRATIGRAFICA

PROYECTO:	Relleno sanitario a cielo abierto Municipio de Beceril Cesar.		
EMPRESA:	INGE SUELOS & CONSTRUCCIONES S.A.S		
Profundidad de sondeo:	2,4	[m]	
Nivel freatico:		[m]	

Scala 1:50

ESTRATIGRAFIA	NF	DESCRIPCION	γ [t/m ³]	c [t/m ²]	cu [KPa/cm ²]	ϕ [grad]	E [MPa]
0		CAPA SUPERFICIAL SUELO NATURAL					
1		Arena Limosa SM	1,7			31	
2		Arena Limosa SM	1,7			34	
3							
4							
6							
8							
8							

Nivel freático

No se halló nivel freático en los sondeos realizados.

Interpretación geotécnica

El material predominante en los estratos estudiados se clasifican como: arena Limosa SM.

6.2.2.5 Discusión de los resultados

Según el análisis de los resultados obtenidos en la investigación geotécnica del terreno en el sitio de interés, se pueden emitir las siguientes observaciones:

- En el subsuelo del lugar se encontraron básicamente el material Arena Limosa SM.
- No se encuentra Nivel freático en el subsuelo.
- Las propiedades físico mecánicas de los estratos encontrados se consideran adecuadas para cimentar estructuras.

6.2.2.5.1 Análisis de resultados

- **Excavación del terreno**

En caso de realizarse excavaciones podrá hacerse a mano o con máquina, o una combinación entre ambas.

Para excavaciones que no se superen la profundidad crítica evaluada ($H_c=1,47m$), se podrán realizar las excavaciones sin utilizar ningún tipo de contención y con taludes verticales. Siempre y cuando el tiempo que dure abierta la excavación sea corto. De lo contrario se presentarán pequeños derrumbes que se empeorarán con el paso de los días.

Los entibados se instalarán para profundidades mayores a la crítica. Sin embargo, si durante la etapa constructiva se detectan zonas locales inestables podrán instalarse entibados discontinuo ED-1, de acuerdo con la norma Vigente NS-072 de la EAAB. La excavación debe hacerse por tramos no mayores a 60 m de longitud, de tal forma que se inicie el siguiente tramo una vez se hayan ejecutado los trabajos de compactación del material granular. La compactación de los materiales de relleno y conformación de las zanjas, se hará en capas que no superen 15 cm de espesor una vez compactadas, y alcanzando una energía de compactación de 95% del ensayo de proctor modificado. Los materiales a emplear deben cumplir los requisitos del artículo 311 especificaciones de INVIAS 2013.

- ORIGEN DE LA MUESTRA: DIRECTAMENTE EN SUELO

Tipo de suelo: Arena Limosa SM Color Café.

Tabla 6 Análisis de estabilidad de los taludes

Cohesión no drenada de la capa superficial	Densidad, ρ Ton/m ³	Altura crítica	Factor de seguridad	Altura segura
1.25 ton/m ²	1.7	1.47	1.50	0,98

Fuente: Alcaldía del Municipio de Becerril (2019)

Donde:

Hc = Altura crítica

$Hc = 2C/\rho$

C = Cohesión

ρ = Densidad del suelo

FS = Hc/Altura evaluada

Entonces $Hc = 2 * 1,25 / 1,7 = 1,47 \text{ mts}$

El suelo bajo estudio por ser arena y de acuerdo a la altura crítica encontrada se resalta el riesgo de deslizamiento de talud para cortes verticales superior a 1.47m,

para corte superiores a esta altura se presentaran deslizamientos de la corona del talud.

La altura máxima segura para cortes verticales en el talud, es de 0.98 m. La pendiente crítica para corte de taludes es del 60,0 %. Todo talud deberá ser estabilizado geotécnicamente.

- **Capacidad de carga admisibles**

El esfuerzo básico de falla se calcula de acuerdo a la ecuación h-4-1 del TITULO H DE LA NORMA N.S.R.

Para Cimentaciones

Numero de Golpes (N)

Peso unitario seco del suelo PUS () = 1,7 g/ cm³

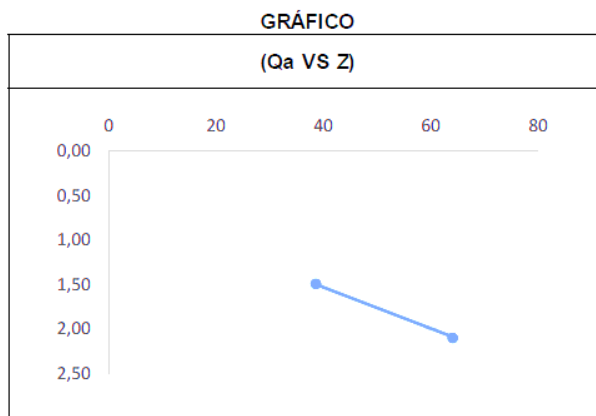
SONDEO 01

N ₄₅	N _f	Tipo	% (ton/m ³)	σ _x ton/m ³	σ _y ton/m ³								c _N (prom)	
						Rs	Peck	See d	Meyer ho lft Ishihara	Liao - whit man	skep mpton	González (logarit mo)		sch mert ma nn
27	-	1	1,7	2,6	2,6	0,255	1,46	1,74	1,78	1,98	1,59	1,59	2,11	1,75
50	-	1	1,7	3,6	3,6	0,357	1,34	1,56	1,61	1,67	1,47	1,45	1,86	1,57

N _{corr}		schmertma nn Modificada Usa Ø	schmertma nn Modificada Japon Ø
USA	JAPON		
27	22	32	31
4	37	35	34

PROFUNDIDAD (m)

DE	A	N	D(m)	N _{corr}	B	K _d	Qa Meyerhoff	Qa Browless
1,20	1,80	27	1,5	22	1,5	1,5	38,8	61
1,80	2,40	50	2,10	37	1,5	1,5	64,3	101



VERIFICACION DE COLAPSABILIDAD

$$Y_{crit} = \frac{1}{\left(\frac{1}{G_s}\right) + W_1} = \frac{1}{\left(\frac{1}{1,7}\right) + 0} = \frac{1}{0,58} = 1,71$$

$$\frac{Y_d}{Y_{crit}} \leq 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

$$\frac{Y_d}{Y_{crit}} > \text{el suelo es estable o expansivo}$$

$$\frac{1,42}{2} = 0,71 \leq 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

W1 = Limite liquido en fraccion decimal

Gs = Gravedad especifica del suelo

Ycrit = Peso Unitario critico como identificacion de la colapsabilidad

$$Yd = \text{Peso unitario seco } g/cm^3$$

- **Verificación de licuación**

EVALUACION POTENCIAL DE LICUACION					
(ensayos dinámicos de SPT)					
Metodo simplificado					
Metodo de Youd e Idris (2001)					
PARAMETROS:					
γ	=	1,7	g/cm ³		
σ_{vo}	=	0,255	kg/cm ²		
$\sigma_{v\sigma'}$	=	0,255	kg/cm ²		
profundidad de la prueba	=	150	cm		
N_{SPT}	=	27			
profundidad nivel freatico	=	1000	cm		
γ_{H_2O}	=	1,0	g/cm ³		
Presion de poro	=	0,0	kg/cm ²		
z	=	1,5	m		
				CRR= Resistencia del terreno a esfuerzo de corte	
				CSR= Esfuerzo cortante inducido por el sismo	
FORMULA:			RESULTADO:		
$N_{1,60}$	=	$N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_r$	=	48,06282723	$N_{1,60}$
N_r	=	0			
CRR	=	$0,2565 * [0,16 * RadQNa + (0,2133 * RadQNa)^{14}]$	=	49,5817695	CRR
CSR	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo}/\sigma_{v\sigma'})) * r_d$	=	0,12850825	CSR
a_{max}/g	=	0,2			
r_d	=	0,988525			
$F_s = CRR / CSR$	>	1,3	Arenas sueltas	=	385,8255754
	>	1,5	Arenas medianamente densas		Verificado F_s
					Verificado F_s
"Software Freeware distribuido da geologi.it" Studio Geologico Dott. Sebastiano Giovanni Monaco Via Torrente Trapani n. 13 - MESSINA (ME) - 98121 - E mail: sg.monaco@libero.it - Tel: 3394103820					

Fuente: Municipio de Becerril, 2019 (Estudio de suelo)

NOTA: $F_s > D_e 1,3$ por tanto no es un suelo licuable.

- **Manejo de aguas**

No se halló Nivel Freático hasta la profundidad de 2,4 mts.

- **Aspectos principales del estudio**

A continuación se presentan un resumen de los factores principales relacionados con las conclusiones obtenidas:

- Materiales encontrados: arena limosa SM hasta la profundidad de 2,4 mts, Humedad 5.4%, Finos 42,76%.
- Nivel freático: No se encuentra nivel freático.
- La capacidad portante del suelo a las profundidades de 1,5 y 2,10 mts son 3,88 y 6,43 kg/cm² respectivamente.
- El suelo de estudio tiene la condición de colapsabilidad.
- La altura segura para cortes es de 0.98 mts, la pendiente crítica para corte de taludes es del 60,0 %. Todo talud deberá ser estabilizado geotécnicamente.

6.2.2.6. Limitaciones

Las recomendaciones incluidas en este documento se basan en la información suministrada por el solicitante y los ensayos por nuestra firma, acorde con la práctica común de la ingeniería de suelos. No obstante, si se presentan condiciones no contempladas en este Informe, como diferencias en el suelo. Se nos deberá comunicar oportunamente para establecer los ajustes necesarios a las recomendaciones formuladas.



Imagen 16 Sondeo manual del estudio Geotécnico

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019



Imagen 17 Producto del sondeo del estudio geotécnico

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril. 2019



Imagen 18 Zona del estudio Geotécnico

Fuente: Alcaldía del municipio de Becerril, 2019

6.3 ESTADO ACTUAL DEL SITIO PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Los residuos sólidos recogidos por la empresa de servicios públicos de Becerril “EMBECERRIL E.S.P.” se disponen de un botadero o cielo abierto con un área de 9.2 Ha, sin ningún tipo de control en la disposición y operación.

Es importante mencionar que en la actualidad el Municipio de Becerril, está construyendo el relleno sanitario, mediante la licencia ambiental 0461 de abril 27 de 2015, por medio del cual se otorga Licencia ambiental al Municipio de Becerril cesar, para la construcción y operación del proyecto de relleno sanitario denominado parque ambiental para el manejo integral de los residuos sólidos, a ubicarse en jurisdicción del Municipio.

El predio se encuentra ubicado al sur-oeste de casco urbano, a un distancia de 1.96 kilómetros del perímetro urbano, por la vía que conduce al Corregimiento La Guajirita y se accede al predio por la margen izquierda de dicha vía.

Las fuentes de agua superficial más cercana al botadero es el Rio Maracas el cual se encuentra a 196 metros de distancia, la pista de aterrizaje más cercana se encuentra sobre la vía al corregimiento Las Palmitas aproximadamente a 50 Kilómetros, pero en la actualidad está fuera de uso.

La vía de acceso al botadero se encuentra destapada y en malas condiciones de transitabilidad, de lado y lado de la vía se pueden observar botaderos clandestinos, quemas, piedras llantas, etc.

En el sitio existe un cercado perimetral con postes de madera y alambre de púas en regulares condiciones, existe baja presencia de recicladores. Dentro del predio también se puede apreciar la presencia de animales husmeando dentro de la basura. El Municipio cuenta con dos (2) vehículo compactador para desarrollar las labores de recolección de los residuos sólidos.

Dentro del botadero se encuentran varias pilas de basura acumuladas sin ningún tratamiento técnico, se puede divisar que las basuras son dispuestas sin ningún control y además existen quemas no controladas dentro del botadero ocasionando graves impactos sobre el ambiente.

6.3.1 Caracterización de los residuos sólidos generados en el casco urbano.

El proceso de caracterización es un conjunto de actividades metodológicas desarrolladas con el objetivo de conocer, determinar y describir los diferentes elementos individuales que constituyen el flujo de residuos sólidos y su distribución relativa, expresada en porcentajes en cuanto al peso, así como conocer los índices de generación de residuos que permitan posteriormente estimar las cantidades que se producen en toda la comunidad objeto de estudio; esta información es sustancial para la fase de planificación del servicio de aseo en el contexto de la gestión integral de los residuos sólidos

Consolidado caracterizado de los residuos sólidos:

Tabla 7 Caracterización de residuos sólidos

Elementos	Peso (kg)	Porcentaje (%)
Categoría I –Aprovechables		
Residuos orgánicos de preparación y consumo de comida (M.O.)	400,00	40,00
Productos de papel (Archivo)	24,0	2,40
Cartón	30,0	3,00
Plástico	60,0	6,00
PET (polietileno teraftalato) Envases	32,0	3,20
Textiles	26,0	2,60

Vidrio	37,2	3,72
Metales	35,7	3,57
Subtotal	645,80	64,58
Categoría II -Potencialmente aprovechables		
Caucho	1,5	0,15
Hueso	1,0	0,10
Madera	1,8	0,18
Construcción y demolición	5,0	0,50
Icopor	2,4	0,24
Subtotal	11,7	1,17
Categoría III- Basuras		
Orgánicos misceláneos (basura)	310,50	31,05
Papel higiénico, pañales y toallas	30,00	3,00
Pilas domesticas	1,54	0,15
Otros	1,40	0,14
Subtotal	342,5	34,25
Total	1000	100,00

Fuente: Autores, 2020

En la categoría I se incluye tanto los residuos provenientes de la preparación y consumo de alimentos, conocidos generalmente como “materia orgánica” y como aquellos residuos que hacen parte de las actividades de reciclaje actualmente. En la categoría II se incluyen aquellos residuos que potencialmente podrían incluirse en el mercado del reciclaje hacia el futuro. En la categoría III se incluyen aquellos residuos que deben ir a la fase de disposición final.

A nivel general se puede apreciar que se presenta una diferencia significativa en el conjunto de elementos que componen los residuos en relación con cada una de las

categorías, así mismo, se tiene que los residuos generados en la preparación y consumo de comida constituyen en el mayor componente; son residuos orgánicos fácilmente biodegradables. De acuerdo a la caracterización presentada anteriormente, se permite considerar alguna alternativa para el manejo selectivo y el aprovechamiento de los residuos.

En términos generales esta información es útil para calcular la producción de gases y lixiviados.

6.3.2 Consolidados De La Producción De Residuos

La generación per cápita de residuos para el casco urbano (0.60), calculado en la siguiente tabla, se encuentra dentro de los rangos de valores establecidos por la norma RAS 2000 para municipios de nivel de complejidad “medio-alto”

Tabla 8 Producción Per Cápita

Estrato	Kg/vivienda-día	Kg/hab.-día (PPC)
1	2.36	0.69

Fuente: (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS – Becerril – Cesar, 2015).

El 98,97% del total de residuos provenientes de la generación del sector residual y el restante 1.03% del sector comercial. Datos que nos permiten estimar una producción per cápita a nivel residencial 0.69 kg/hab.-día.

6.3.3 Proyección De Población Y Generación De Residuos

La estimación de la generación de residuos se realizó a partir de la producción per cápita de residuos actual del municipio (0,69 Kg/ Hab. Día). En el caso del municipio de Becerril, se utiliza para las proyecciones los métodos determinados de acuerdo con las actualizaciones del PGIRS del municipio del Becerril-cesar,

La proyección de la generación de residuos sólidos se realiza de acuerdo al horizonte del proyecto, se parte de la producción per cápita obtenida mediante el proceso de caracterización y la proyección de la población realizada por la consultoría.

Tabla 9 Proyección de residuos solidos

Año	Población	PPC (Kg)	Cantidad de residuos generados (ton)			
			Diaria	Semana	Mes	Año
2009	10,248	0.69	6.15	43.04	172.17	2066.04
2010	10,425	0.69	6.26	43.79	175.14	2101.71
2017	10,605	0.69	6.36	45.54	180.17	2177.90
2018	13322	0.69	13.01	97.62	390,5	4.686
2019	13 453	0.69	21.99	164.90	659,945	4783.51
2020	13,589	0.69	30.97	232.34	929,39	4879.54

Fuente: Autores, 2020

6.4 EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES, HUMANOS E IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN EL BOTADERO A CIELO ABIERTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE BECERRIL-CESAR.

6.4.1 Identificación y valoración de impactos. (Matriz de Leopold)

La parte más importante de cualquier evaluación de impacto ambiental es el momento en el que se identifican los posibles impactos sobre el medio, derivados de las diferentes actividades. El impacto ambiental se define como la alteración antrópica del medio ambiente. (gomez, 2016)

El método que se utilizó fue la matriz de Leopold, que consiste en una matriz de doble entrada en el cual, las columnas representan las actividades que se pudieron observar en el botadero y las filas representan los factores ambientales (Biótico, Abiótico, Geomorfología, Hidrosférico, y socioeconómico) en el cual, en las interacciones de ambas se darán valores de magnitud (-10 a 10) e importancia (1 a 10).

Tabla 10 Escala de medición para la magnitud del impacto

MAGNITUD		
INTENSIDAD	AFECTACIONES	CALIFICACION
I	A	C
Baja	Baja	-1
Baja	Media	-2
Baja	Alta	-3
Media	Baja	-4
Media	Media	-5
Media	Alta	-6
Alta	Baja	-7
Alta	Media	-8
Alta	Alta	-9
Muy Alta	Alta	-10

Fuente: CONESA. Recuperado: <https://dokumen.tips/documents/guia-para-la-elaboracion-e-interpretacion-de-lamatriz-de-leopold.html>

Tabla 11 Escala de medición para la importancia del impacto

IMPORTANCIA		
Duración	Influencia	Calificación
D	I	C
Temporal	Puntual	1
Media	Puntual	2
Permanente	Puntual	3
Temporal	Local	4
Media	Local	5
Permanente	Local	6
Temporal	Regional	7

Media	Regional	8
Permanente	Regional	9
Permanente	Nacional	10

Fuente: CONESA. Recuperado: <https://dokumen.tips/documents/guia-para-la-elaboracion-e-interpretacion-de-lamatriz-de-leopold.html>

De acuerdo con la información recogida y teniendo en cuenta las características de la actuación proyectada, se identificaron los parámetros para la identificación de los impactos ambientales de los cuales podrán ser susceptibles de alteración los siguientes Componentes:

Tabla 12 Impacto ambiental por la acumulación de residuos solidos

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
Acumulación de residuos solidos	Biótico	Flora
		Fauna
		Paisaje
	Abiótico	Aire
		Estructura y calidad del suelo
	Hidrosférico	Calidad de agua
	Geomorfología	Control de erosión
		Estabilidad de taludes
	Socio-económico	Vectores de enfermedad
Aumento del valor de la tierra		

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 12, se puede observar los impactos que genera la acumulación de residuos sólidos en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y social: Biótico (impacta en la flora, fauna y paisaje);

Abiótico (impacta en la estructura - calidad de suelo y calidad del aire); Socio-económico (vectores de enfermedad y Aumento del valor de la tierra).

Tabla 13 Impacto ambiental por la presencia de olores

Actividad	Componente	Impactos Ambientales en
Presencia de olores	Biótico	Fauna
		Flora
		Paisaje
	Abiótico	Aire
	Hidrosférico	Agua
	Geomorfología	Control de erosión
	Social	Vectores de enfermedad

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 13, se puede observar los impactos que genera la presencia de olores en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y social: Biótico (impacta en la fauna, flora y paisaje); Abiótico (impacta en la calidad del aire); Geomorfología (Control de erosión) y social (vectores de enfermedad).

Tabla 14 Impacto ambiental por lixiviados

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
Lixiviados	Biótico	Flora
		Fauna
	Abiótico	Aire
		Estructura y calidad del suelo
	Hidrosférico	Calidad de agua
	Geomorfología	Control de erosión
	Social	Vectores de enfermedad

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 14, se puede observar los impactos que genera los lixiviados en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y social: Biótico (impacta en la flora y fauna); Abiótico (impacta en la estructura y calidad de suelo y calidad del aire); Hidrosférico (Calidad de agua); Geomorfología (Control de erosión) y Social (vectores de enfermedad).

Tabla 15 Impacto ambiental por presencia de vectores

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
Presencia de vectores	Biótico	Fauna
		Paisaje
	Abiótico	Aire
		Estructura y calidad del suelo
	Geomorfología	Control de erosión
	Hidrosférico	Calidad del agua
	Socio-Económico	Vectores de enfermedad
		Aumento del valor de la tierra

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 15, se puede observar los impactos que genera la presencia de vectores en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y socio-económico: Biótico (impacta en la fauna y paisaje); Abiótico (impacta en la estructura, calidad de suelo y calidad del aire); Hidrosférico (Calidad de agua); y Socio-económico (vectores de enfermedad y Aumento del valor de la tierra).

Tabla 16 Impacto ambiental por presencia de sedimentación

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
Presencia de sedimentación	Biótico	Paisaje
	Abiótico	Estructura y calidad del suelo
		Aire
	Hidrosférico	Calidad de agua
	Geomorfología	Control de erosión
		Estabilidad de taludes
Social	Vectores de enfermedad	

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 16, se puede observar los impactos que genera la presencia de sedimentación en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y social: Biótico (paisaje); Abiótico (impacta en la calidad del aire y estructura, calidad de suelo); Hidrosférico (Calidad de agua); Geomorfología (Control de erosión y Estabilidad de taludes) y Social (vectores de enfermedad).

Tabla 17 Impacto ambiental por presencia de roedores

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
presencia de roedores	Biótico	Fauna
		Paisaje
	Abiótico	Aire
		Estructura y calidad del suelo
	Hidrosférico	Calidad del agua
	Social	Vectores de enfermedad

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 17, se puede observar los impactos que genera la presencia de roedores en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril, en los componentes ambientales y social: Biótico (Fauna y Paisaje); Abiótico (impacta en la calidad del aire y estructura, calidad de suelo); Hidrosférico (Calidad de agua) y Social (vectores de enfermedad).

Tabla 18 Reciclaje de residuos

Actividad	Componente	Impactos Ambientales
Reciclaje de residuos	Biótico	Fauna
		Paisaje
	Abiótico	Aire
		Estructura y calidad del suelo
	Geomorfología	Control de erosión
	Hidrosférico	Calidad del Agua
	Socio-Económico	Vectores de enfermedad
		Aumento del valor de la tierra

Fuente: Autores, 2020

Esta actividad se realiza en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril por personas informales que busca el sustento diario comercializando los residuos pero sin ningún tipo de protección personal la cual afecta el bienestar y la integridad de las personal que manipulan estos residuos para generar ingresos económicos y así llevar un sustento a su familia.

En la tabla 18, se puede observar los impactos que genera el reciclaje de en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril en los tres componentes ambientales: Biótico (impacta en la fauna y paisaje); Abiótico (calidad del aire, estructura y calidad del suelo); Geomorfología (Control de erosión); Hidrosférico(Calidad de agua); Socio-económico (Aumento del valor de la tierra y vectores de enfermedad).

Tabla 19 Matriz de leopold

ACCIONES		Acumulación De Residuos Solidos	Presencia De Olores	Presencia De Roedores	Presencia De Sedimentación	Presencia De Vectores	Lixiviados	Reciclaje de Residuos. (Recicladores)	Afectaciones (+)	Afectaciones (-)	Agregación De Impactos.
BIOTICO	Flora	-5 5	-2 2				-6 5		0	3	-59
	Fauna	-4 6	-2 2	-4 5		-3 4	-5 5	-5 5	0	6	-110
	Paisaje	-4 3	-4 3	-3 4	-2 2	-2 3		-6 6	0	6	-82
ABIÓTICO	Calidad de Aire	-4 4	-5 5	-5 4	-2 2	-6 7	-4 4	-6 7	0	7	-165
	Estructura y calidad del suelo	-8 6		-3 4	-3 2	-3 3	-5 5	-6 7	0	6	-142

HIDROSFÉRICO	Calidad del agua	-4 6	-4 3	-2 2	-3 2	-5 5	-5 6	-5 5	0	7	-126
	Control de erosión	-4 6	-4 3		-4 4	-3 3	-2 3	-4 4	0	6	-83
GEOMORFOLOGÍA	Estabilidad de taludes	-4 4			-4 4				0	2	-32
	Vectores de enfermedad	-2 2	-4 4	-2 2	-2 2	-5 5	-6 5	-6 7	0	7	-125
SOCIOECONÓMICO	Aumento del valor de la tierra	-4 4				-3 2		-5 4	0	3	-42
	Afectaciones (+)	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Afectaciones (-)	10	7	6	8	7	7	8		53	
	Agregación de Impactos.	-209	-85	-72	-56	-134	-162	-248			-966

Fuente: Autores, 2020

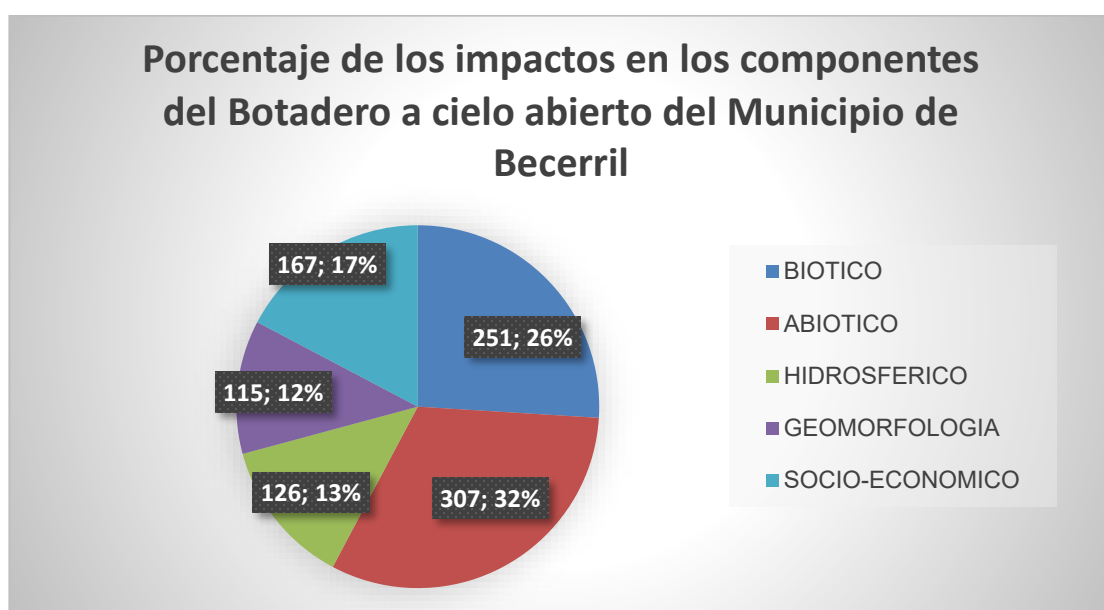
Tabla 20 Puntuación cualitativa

LEVE 0 - 29	MODERADO 30 - 60
ALTO 61 - 99	MUY ALTO 100+

Fuente: Autores, 2020

En la tabla 19, se visualiza los impactos generados por el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril, donde el impacto muy elevado lo generan las actividades de Acumulación De Residuos Sólidos, Presencia De Vectores, Lixiviados y Recicladores de residuos, asimismo afecta con mayor intensidad al componente abiótico (aire, y estructura- calidad del suelo), Hidrosferico (Calidad de agua) y Social (Vectores de enfermedad).

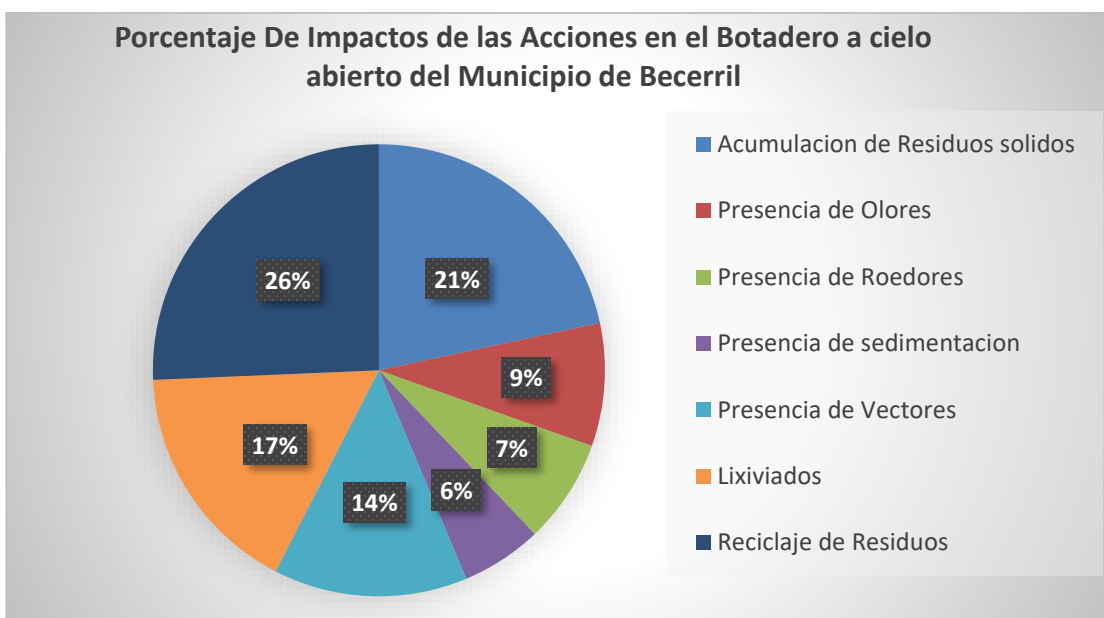
Diagrama 1 porcentaje de los impactos en los componentes del Botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril



Fuente: Autores, 2020

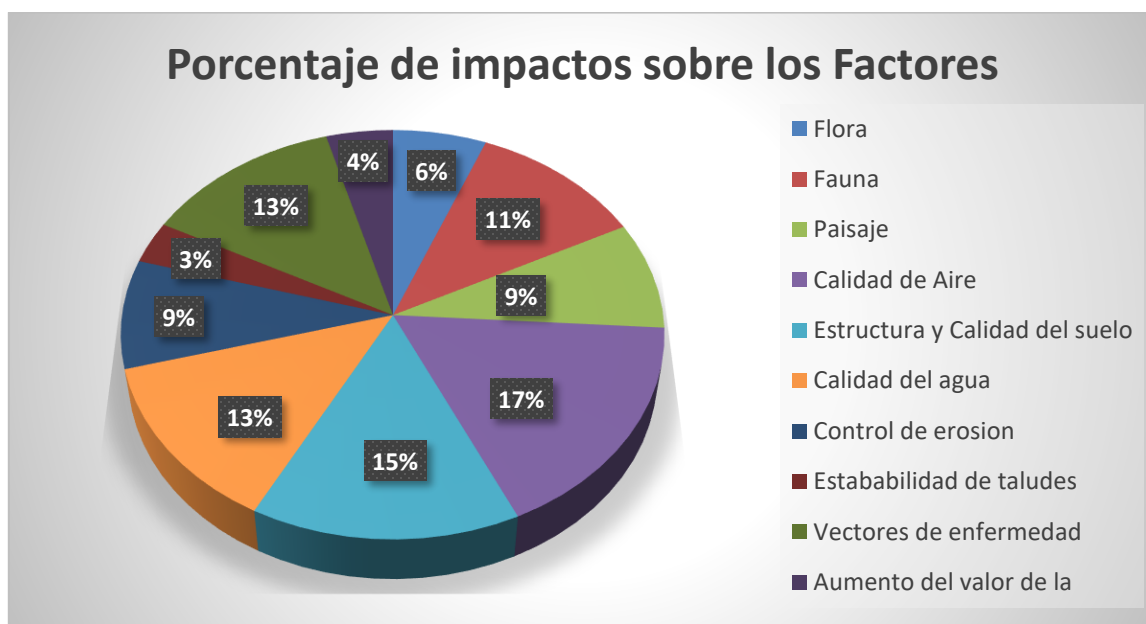
En el diagrama No 1, se puede observar que al sumar los factores para cada componente nos arroja un porcentaje de impactos asumiendo así que: En el componente Abiótico hay un 32% y Biótico un 26% asiendo así que las actividades de estos factores tiene el mayor impacto negativo. Luego está el componente socio-económico con un 17% y posteriormente Hidrosferico y geomorfología con un 13 y 12%.

Diagrama 2 porcentajes de impactos de las acciones en el Botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril



Fuente: Autores, 2020

Diagrama 3 Porcentaje de impacto sobre los factores en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril.



Fuente: Autores (2020)

6.4.2 ANÁLISIS DE IMPACTO

Se logró identificar las actividades presentes en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril-Cesar que podría causar impactos ambientales de los cuales son: Acumulación De Residuos Solido, Presencia de olores, Presencia de roedores, Presencia De Sedimentación, Presencia De Vectores y lixiviados, los cuales afectan en los componentes ambientales Biótico (Flora, fauna y paisaje), abiótico (impacta en la estructura - calidad del suelo y calidad del aire), Hidrosferico (calidad de agua), Geomorfológico (Control de erosión y estabilidad de taludes) y socio-económico (Vectores de enfermedad y Aumento del valor de la tierra).

Específicamente, en cuanto a los residuos sólidos, existen afectaciones o impactos en calidad del medio ambiente por la mala disposición de éstos. Es decir, la acumulación de diferentes residuos sólidos ocasiona impactos en el medio ambiente como:

-Contaminación atmosférica: el olor generado por la descomposición y la acción microbiana, representa las principales causas de contaminación atmosférica (Jaramillo & Zapata, 2008). Fuente: Arboleda (2008)

-Contaminación de suelos: los suelos pueden ser alterados en su estructura debido a la acción de los líquidos percolados (lixiviados). Éstos pueden quedar inútiles por largos periodos al disponerlos sobre los suelos (Jaramillo & Zapata, 2008).

-Problemas paisajísticos y de riesgo: la acumulación de residuos en lugares no aptos, trae consigo un impacto paisajístico y visual negativo, además de tener asociados en algunos casos, importantes riesgos ambientales. Es decir, que se pueden producir accidentes, como explosiones o derrumbes, por la fácil producción de gases en su descomposición (Jaramillo y Zapata, 2008)

-Amenazas a flora y fauna: los impactos ambientales directos sobre la flora y la fauna se encuentran asociados, en general, a la remoción de especímenes de la

flora y a la perturbación de la fauna nativa durante la fase de construcción, y a la operación inadecuada de un sistema de disposición (BID, 1997).

-Alteraciones del medio antrópico: uno de los principales problemas es la falta de conciencia colectiva y conductas sanitarias por parte de la población para disponer sus residuos, ya que los deposita en cualquier lugar (ríos, calles, parques, etc.), deteriorando las condiciones del paisaje. Además, la degradación ambiental conlleva costos sociales y económicos tales como la devaluación de propiedades, pérdida de turismo y costo de la salud de la población (BID, 1997).

La evaluación de los impactos ambiental realizada en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril mediante la matriz de Leopold, demostró que los mayores impactos ambientales (impactos muy altos), son causados por las actividades pertenecientes a la acumulación De Residuos Sólidos, Reciclaje de Residuos, Presencia De Vectores y Lixiviados, que afecta al aire, por la descomposición de materia orgánica, así mismo afecta a la estructura y calidad de suelo. Como impactos altos tenemos a la actividad de Presencia de olores, Presencia de roedores y Presencia De Sedimentación.

Obteniendo los resultados de la matriz de Leopold y reflejándolo en diagrama No 2, se pudieron observar sus porcentajes de impactos donde se puede concluir que:

- **Reciclaje de Residuos:** Tiene un 26% de los impactos lo cual es catalogado como muy alto por ser el impacto con mayor porcentaje.
- **Acumulación de Residuos sólidos:** Tiene el 21% siendo el segundo más alto dentro de los impactos, afectando así a los componentes: Biótico, Abiótico, Hidrosférico, Geomorfología, Socio-económico
- **Lixiviado:** Tiene un 17% de los impactos lo cual se registró como muy alto afectando así directamente a los componentes: Biótico, Abiótico, Hidrosférico, Geomorfología y Social
- **Presencia de Vectores:** Tiene un 14% ocupando el cuarto lugar en los porcentajes de impacto pero aun así siendo un impacto muy alto afectando

a los componente: Biótico Abiótico Geomorfología, Hidrosferico, socio-económico

- **Presencia de olores:** Tiene un 9% en los impacto, siendo registrado como un nivel alto, afectando así a los componentes Biótico, Abiótico, Hidrosferico, Geomorfología y Social
- **Presencia de roedores:** Tiene un 7% en los impactos del botadero a cielo abierto de becerril ocupando el sexto lugar y siendo un impacto de nivel alto, afectando así a los componentes Biótico, Abiótico, Hidrosferico y Social
- **Presencia de sedimentación:** Tiene un 6% en los impacto al botadero de cielo abierto de Becerril, afectando así a los componentes Biótico, Abiótico, Hidrosferico, Geomorfología y Social.

6.5 ALTERNATIVAS PARA LA RESTAURACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJÍSTICA DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO.

Fue necesario identificar las alternativas técnicas más apropiadas para la solución de la disposición final de los residuos sólidos ya presentes en el sitio, establecer ventajas, desventajas, costos reales de la zona para cada una de estas y selección de la más viable desde el punto de vista técnico, ambiental y económico.

6.5.1 Identificación de las alternativas

Alternativa 1: Se plantea la construcción de una celda de saneamiento para disponer los residuos dispersos en el mismo sitio utilizado como botadero a cielo abierto

Alternativa 2: En esta alternativa se propone la recolección, transporte y disposición de residuos sólidos en la celda que se está construyendo en el relleno sanitario que cuenta con licencia ambiental. En el Municipio de Becerril

Alternativa 3: Con esta alternativa se propone transportar los residuos dispersos dentro del botadero a cielo abierto del municipio, al relleno sanitario los Corazones ubicado en el municipio de Valledupar – Cesar.

6.5.1.1 Ventajas y desventajas de las alternativas

- **Alternativa No. 1**

Ventajas:

- Terrenos propios del municipio, por lo tanto no se presentara problemas con la legalización del predio.
- Facilidad y rapidez para sanear el sitio actualmente impactado, debido a la baja cantidad de residuos presentes y la fácil accesibilidad al sitio.
- Área de terreno suficiente para realizar las excavaciones y construir la celda.
- Características topográficas y condiciones del suelo favorables para realizar las actividades constructivas.

Desventajas:

- Producción de gases y lixiviados debido a la descomposición de la materia orgánica por un periodo de tiempo prolongado. 10- 15 años ².
- Generalmente las administraciones públicas abandonan del área saneada por los costos de mantenimiento y monitoreo que acarrear las obras complementarias, “canales perimetrales, cerramiento, quema de gases en las chimeneas, entre otros”.
- Desvalorización económica del predio.
- Fuente superficial de agua cerca.

- **Alternativa No 2.**

Ventajas:

- Facilidad y rapidez para sanear el sitio actualmente impactado, debido a la baja cantidad de residuos presentes y la fácil accesibilidad al sitio.
- Disponibilidad y capacidad de la empresa prestadora del servicio de aseo para confinar los residuos en el Relleno Sanitario denominado Parque ambiental y que actualmente está en construcción en el Municipio de Becerril.
- El relleno sanitario denominado Parque Ambiental de Becerril, se encuentra en construcción y es un lugar con licencia ambiental, técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, riesgo o daño a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales utilizando principios de ingeniería para la confinación de los residuos sólidos.

Desventajas:

- Disminuye el periodo de vida de operación del relleno sanitario denominado Parque ambiental, debido al volumen a disponer y le tocaría al Municipio construir otra celda
- Congestión en el tráfico vehicular debido a la alta presencia de volquetas en circulación.
- Producción de material particulado en el ambiente.
- Distancias largas para el acarreo de los residuos.

- **Alternativa No 3.**

Ventajas:

- Facilidad y rapidez para sanear el sitio actualmente impactado, debido a la baja cantidad de residuos presentes y la fácil accesibilidad al sitio.

- Disponibilidad y capacidad de la empresa prestadora del servicio de aseo INTERASEO S.A E.S.P. para confinar los residuos en el Relleno Sanitario los Corazones en el Municipio de Valledupar.
- El relleno sanitario de Valledupar es un lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de los residuos sólidos, sin causar peligro, riesgo o daño a la salud pública, minimizando y controlando los impactos ambientales utilizando principios de ingeniería para la confinación de los residuos sólidos.

Desventajas:

- Congestión en el tráfico vehicular debido a la alta presencia de volquetas en circulación.
- Producción de material particulado en el ambiente.
- Distancias largas para el acarreo de los residuos.

Los costos de cada una de las alternativas se pueden convertir en ventajas o desventaja para sí mismas, pero esto solo es posible determinarlo con los resultados de los presupuestos detallados de cada alternativa, lo cual incluye necesariamente los diseños de ingeniería con el fin de conocer dimensiones de los componentes de los sistemas lo cual resulta de unos cálculos matemáticos y de los análisis exhaustivos de las condiciones que el terreno nos presenta.

6.5.2 Planteamiento de alternativas considerando costos reales de la zona

- **Alternativa No. 1**

Aprovechando el área y la topografía del terreno se plantea construir una celda de saneamiento combinando los métodos de trinchera y área, esta técnica consiste en excavar una zanja de hasta 2 metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga, la tierra que se extrae, se coloca a un lado de

la zanja para utilizarla como material de cobertura si cumple con las condiciones que se requieren.

En el interior de la trinchera se conformara un drenaje de lixiviados y este se conectara a las chimeneas para el manejo de gases, luego esta excavación con los taludes debidamente conformados será impermeabilizada con Geomembrana HDPE cal. 30, posteriormente se disponen los residuos depositándolos en capas de 0,20 m y utilizando un buldócer D6C se compactaran hasta lograr una densidad de 0,7 ton/m³, al final se conformaran los taludes externos por encima del nivel del terreno y se colocara una capa de cobertura final de material permeable de 0,30 m de espesor y sobre este una capa de 0,2 m de abono orgánico y gramíneas para evitar la erosión.



Imagen 19 Método de trinchera o zanja

Fuente: (lavozdelpitic, 2019)

6.5.3 Diseño de celda de sanitario

6.5.3.1 Área Requerida para la Celda de Saneamiento

Para estimar el área requerida y diseñar la celda combinada del saneamiento del botadero, se debe calcular el volumen total de los residuos sólidos que han sido dispuestos en este lugar y teniendo en cuenta que el botadero a cielo abierto ha sido utilizado por el municipio por varios años, la cantidad de residuos existentes no corresponde al tiempo de uso, según la producción per cápita que presenta la población, lo anterior se debe a que estos residuos han sufrido transformaciones en cantidad y volumen por alteraciones climáticas, quemas incontroladas y segregaciones por las aguas lluvias en épocas de invierno.

Parámetros para cálculos de diseño

P= Población (Hab)

Rg= cantidad de residuos que se encuentran depositados en el botadero

Más la cantidad de residuos generados en 2 años (Ton)

dc= densidad de los residuos sólidos compactados (ton/m³)

Fa= factor de ampliación (Adm), corresponde al material de cobertura,, se incrementara en un 25% del total de los residuos dispuestos, basados en la guía ambiental para la construcción de relleno sanitario expedida por el MAVDT y los textos Desechos sólido, -Álvaro Orozco Jaramillo y diseño y operación de rellenos sanitarios -Héctor Collazos Peñaloza

ht= profundidad de la celda trinchera (m)

ha= altura de la celda área (m)

Ars= área requerida (Ha)

VD= volumen de diseño de la celda (m³)

$$r = \frac{\text{relacion largo}}{\text{ancho}} \text{ (m)}$$

$$t = \text{talud} \frac{m}{m}$$

Datos iniciales:

$$dc = 0,7 \frac{ton}{m^3} \text{ (Basura compactada)}$$

$$ht = 2,5 \text{ m}$$

$$ha = 2\text{m}$$

$$hmc = 0,15\text{m} \text{ (altura de la capa de material de cobertura)}$$

$$Ppc = 0.69 \frac{kg}{hab} - \text{ día}$$

$$r = 2\text{m}$$

$$Rg = 19.707 \text{ m}^3, \text{ levantamiento topográfico}$$

(Sumatoria de la producción en el año 2019 + 2020) + 2.735 + 2.740m³, datos establecidos en el PGIR Municipio de Becerril – Cesar

(Cantidad de residuos dispuestos en el botadero calculados mediante levantamiento topográfico) y un incremento del 10% como factor de seguridad.

$$Rg = 27.601 \text{ m}^3$$

$$Fa = 1.25$$

$$Tl = 2$$

- Volumen de diseño:

$$VD = \left(\frac{Rg}{dc} \right) * Fa$$

$$VD = (27.601 \text{ m}^3) * 1,25 = 34.501 \text{ m}^3$$

Volúmenes de diseño ajustados

Trinchera:

$$VDt = VD * 70\%$$

$$VDt = 34.501 m^3 * 0,70 = 24.150.7 m^3$$

- Área:

$$VDa = VD * 30\%$$

$$VDa = 34.501 m^3 * 0,30 = 10.350.3 m^3$$

- Área superficial para el relleno sanitario

$$Ars = \frac{VDt}{ht}$$

$$Ars = \frac{24150.7 m^3}{2,5 m} = 9.660,28 m^2$$

El área requerida para disponer los residuos sólidos que se generan durante el año 2019 y 2020 y los que se encuentran dispuestos en el botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril es de 9.660,28 m², lo que equivale 0,93 hectáreas.

6.5.3.2 Dimensiones de la Celda de Saneamiento

- Dimensiones de la Celda tipo trinchera

Ancho superficial:

$$As = \left(\frac{Ars}{r}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$As = \left(\frac{9.660.28}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = 69,4 m$$

Largo superficial:

$$Ls = (As * r)$$

$$Ls = (69,4 * 2) = 138,8 m$$

Ancho de fondo:

$$Af = (As - 2 (tl * h))$$

$$Af = (69,4 - 2 (2 * 2,5)) = 59,4 m$$

Largo de fondo:

$$Lf = (Ls - 2 (tl * h))$$

$$Lf = (138,8 - 2 (2 * 2,5)) = 128,8 m$$

Area de fondo

$$Arf = Lf * Af$$

$$Arf = 128,8 * 59,4 = 7.650,7 m$$

Volumen de material de Cobertura Requerido: Para el cálculo del volumen de material de cobertura requerido para este nivel, se procedió a calcular el volumen de la sección de un tronco de pirámide, que corresponde a figura de la celda.

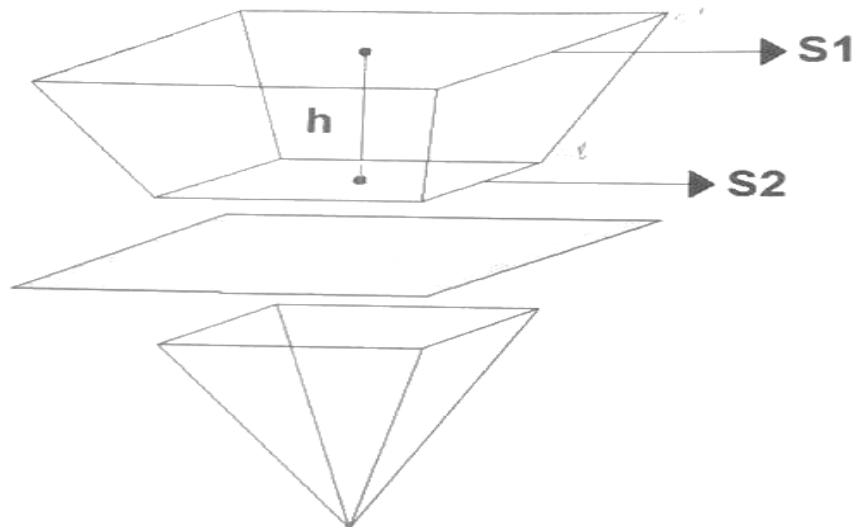


Figura 11 Corte de un tronco de pirámide

Si se corta una pirámide por un plano paralelo a la base se obtiene un tronco de pirámide cuyas caras, en vez de triángulos, son trapecios.

$$V = \frac{h}{2} * ((S_1 + S_2) + \sqrt{(S_1 * S_2)})$$

Donde:

S_2 = área de fondo de la celda (Arf).

S_1 = área superficial de la celda (Ars)

h= altura de la capa de material de cobertura (hmc).

$$Vmcr = \frac{hmc}{2} * ((Arf + Ars) + \sqrt{(Arf * Ars)})$$

$$Mcr = \frac{0.15 m}{2} * ((7.650,7 + 9.660,28 m^2) + \sqrt{(7.650,7 m^2 * 9.660,28 m^2)})$$

$$Mcr = 1943,09 m^3$$

Tabla 21 Resumen de Dimensión de la Celda de Disposición Final de Residuos Solidos

Altura (m)	TI	Long. Superficie (m)	Long. Fondo (m)	Acho. Superficie (m)	Ancho.Fondo (m)	Área Superficie (m2)	Área Fondo (m2)	Vol. Mat. Cobertura
2,5	2	138,8	128,8	69,4	59,4	9660,28	7650,7	1943.09

Fuente: Autores, 2020

- **Diseño del sistema de drenaje de lixiviados**

Se construirá drenes en forma de espina de pescado como se puede observar en los planos conformados en el fondo de la trinchera una zanja de sección 0,4x0,4 m con pendiente transversal de 3% y longitudinal del 1% utilizando tubería PVC para alcantarillado de Ø 4" y 6" con perforaciones de Ø 1/2 "cada o 25m de la mitad

hacia arriba. Estos se rellenan con piedra media zonga con \emptyset entre 6" y 8", se recubrirán con geotextil no tejido NT- 1600 para evitar que el filtro se colmate.

Los lixiviados serán recogidos en una caja de 0,6 x 0,6 x 0,4m, de la cual saldrán hacia el pontaje con una tubería de PVC para alcantarillado con \emptyset 6" y una pendiente de 1%.

- **Diseño de laguna de lixiviados**

El sistema contara con una laguna para la evaporación de los lixiviados que se generan en el botadero y para darle capacidad de secado lo cual será posible ya que en el departamento y específicamente en el Área del botadero la tasa de evaporación se caracteriza por presentar registros muy altos, producto de la influencia de los vientos y su intensidad; el alto valor en las horas de brillo solar y la poca vegetación existente.

Esta laguna se impermeabiliza con geomembrana HDPE calibre 40.

Parámetros para cálculos de diseño:

Se utilizó el método suizo para cálculos de caudales:

$$Q = \left[\frac{1}{t} \right] P * A * K$$

P= precipitación

A= área superficial de la celda

K=coeficiente de infiltración

T= tiempo (1 año en segundos)

Datos iniciales:

P= 1.657 mm

A= 9660,28 m²

K= 0,3 (rellenos ligeramente compactados con densidad entre 0,4 – 0,7)

T= tiempo (1 año en segundos)

T= Tiempo (3 días)

Cálculos de Diseño:

$$P = \frac{1.657}{1000} = 1.7m$$

$$Q = \left(\frac{1}{31.536.000} \right) * 1,7 * 9.660,28 * 0,3 = 0,00156 \text{ m}^3/s$$

$$\text{Vol} = Q * T$$

$$T = 3 * 86.400 = 259.200 \text{ seg.}$$

$$\text{Vol} = 0,00156 * 259.200 = 404 \text{ m}^3$$

- Dimensiones de la laguna de lixiviados

-Parámetros:

VD= volumen de diseño (m³)

a= Area (m²)

Wm= ancho medio (m)

Lm= largo medio (m)

W f = ancho de fondo (m)

Lf= largo de fondo (m)

W1= ancho del espejo de agua (m)

L1 = largo del espejo de agua (m)

Wc = ancho de la cresta (m)

Lc= largo de la cresta (m)

H= profundidad (m)

UI = número de lagunas

r= relación largo /ancho

-Área.

$$a = VD/h$$

$$a = 404/0,5 = 808 \text{ m}^2$$

Ancho medio:

$$Wm = \frac{a/\mu}{r}$$

$$Wm = \left(\frac{404}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = 14m$$

-Largo medio

$$Lm = Wm * r$$

$$Lm = 14 * 2 = 28 \text{ m}$$

-Ancho de fondo:

$$WF = Wm - (tl * h)$$

$$WF = 14 - (2 * 0,5) = 9 \text{ m}$$

-Largo de fondo

$$Lf = Lm - (tl * h)$$

$$Lf = 28 - (2 * 0,5) = 23 \text{ m}$$

-Ancho de espejo de agua

$$W1 = Wm + (tl * h)$$

$$W1 = 14 + (2 * 0,5) = 15 \text{ m}$$

-Largo espejo de agua

$$L1 = Lm + (tl * h)$$

$$L1 = 28 + (2 * 0,5) = 29 \text{ m}$$

-Ancho de la cresta

$$Wc = W1 + 2 (tl * B1)$$

$$W_c = 15 + 2(2 \cdot 1,5) = 21 \text{ m}$$

-Largo de la cresta

$$L_c = L_1 + 2(t_l \cdot B_1)$$

$$L_c = 29 + 2(2 \cdot 1,5) = 35 \text{ m}$$

- Diseño del drenaje de aguas lluvias.

Las aguas lluvias que caen sobre las áreas vecinas a la celda proyectada serán recolectadas, desviadas y transportadas a través de canales perimetrales, evitando su ingreso a la misma logrando con esto disminuir los volúmenes de lixiviados.

Los canales serán de sección trapezoidal dada las recomendaciones del estudio de suelo.

Parámetros para cálculo de diseño:

Q_p= caudal pico de aguas lluvias

I= intensidad de las lluvias

C= coeficiente de escorrentía

A= área eferente

Y= tirante normal

A_h= área hidráulica

T= espejo de agua

F = número de froude

f_{iP}= perímetro

R_h= radio hidráulico

V= velocidad

E= energía específica

Z= talud

N= coeficiente de rugosidad

S= pendiente

B= ancho de la solera

- Datos iniciales:

C= 0,25 (para suelos duros, planos con pendientes máximas de 2 %)

B = 0,40 (asumida)

Z= 1.1

S = 0.05

N= 0.013 (canales revestido en concreto)

I= 65 mm/h

A= 91.942 m² (calculada en los planos topográficos)

Las precipitaciones máximas diarias para un periodo de retorno 5 años oscilan en 175 mm, (estado socomba), por lo tanto, se asumió una intensidad de lluvias de 65 mm/h.

- Calculo de diseño:

Estimación del caudal por el método racional $Q = C.I.A$ para compatibilizar unidades y que el cauce pico Q_p quede en m³/s se debe expresar en (m/s) la intensidad de lluvia.

$$I = (65\text{mm/h}) * (0.001\text{mm/h}) / (3600\text{s/h})$$

$$I = 1,8 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$Q_p = (0,25) * (1,8 \times 10^{-5} \text{ m/s})(91.942\text{m}^2)$$

$$Q_p = 0,42 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para calcular la sección del canal y demás parámetros que existen el diseño se utilizó el software para diseño de canales HCANALES elaborado por máximo Villon Bejar.

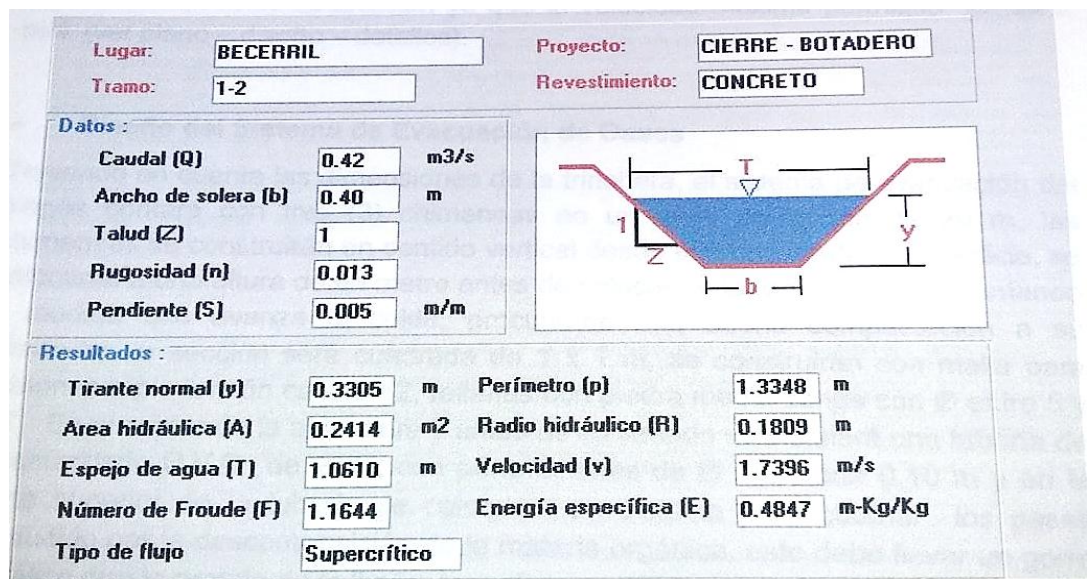


Figura 12 cálculo del tirante normal del canal perimetral.

Fuente: Autores, 2020

- Dimensiones el canal trapezoidal

Ancho de la solera $b = 0,40\text{m}$

Ancho superficial $a_s = 1,40\text{m}$

Altura de lámina de agua $y = 0,33\text{m}$

Borde libre $Bl = 0,17\text{m}$

Altura del canal $h = 0,50\text{m}$

Talud Z= 1:1

- El diseño cumple con las condiciones mínimas que establece la norma RAS.

Las aguas lluvias transportan sólidos que pueden depositarse en los colectores si el flujo tiene velocidades reducidas, por lo tanto, debe disponerse de una velocidad suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo, para esto se establece la velocidad mínima como criterio de diseño. La velocidad mínima real permitida en el canal es de 0,75 m/s. en nuestro caso la velocidad del flujo es de 1,74 m/s, por lo tanto no se presentaran problemas de sedimentación ni de socavación ya que la velocidad máxima permitida 3 es de 5 m/s.

- Diseño del Sistema de Evacuación de Gases

Teniendo en cuenta las dimensiones de la trinchera, el sistema de evacuación del biogás contara con tres(3) chimeneas en un radio de acción de 20 m, las chimeneas se construirán en un sentido vertical desde el fondo hasta la superficie, se colocara a una altura de un me levantando a medida que avanza la celda, procurando una buena compactación a su alrededor, la sección será cuadrada de 1x 1 m, se construirán con una malla para gaviones triple torsión calibre 12, rellenas con piedra media zonga con \emptyset entre 5 y 10". En el centro de la estructura y antes de su llenado se instalara una tubería de alcantarillado P.V.C DE \emptyset 4", CON PERFORACIONES DE \emptyset 1/2" cada 0,10 m y en la parte superior de la tubería se colocara un sistema para quemar los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica, este debe llevar un gorro metálico que lo proteja de la lluvia.

6.5.4 Selección de la alternativa más viable, técnica, económica y ambientalmente

Para elegir la alternativa más viable técnica, económica y ambientalmente se analizaron las ventajas y desventajas de cada una de ellas y el costo que representa su ejecución.

- **ALTERNATIVA 2 y 3.**

Con esta alternativa se propone transportar los residuos sólidos dispersos dentro del botadero a cielo abierto del municipio, a la celda de disposición final construida en el relleno sanitario del Municipio de becerril, utilizando maquinaria para recolectar, cargar y transportar los residuos sólidos y de esta forma dales una adecuada disposición final.

- **Descripción de la alternativa**

Etapas de recolección. Los residuos dispersos en el área de botadero serán recogidos y apilados con un Buldozer D6, cortando la capa superficial del suelo con el fin de extraer la tierra contaminada. Los residuos sólidos que no alcancen a recolectar la maquina serán recogidos por una cuadrilla compuesta por cuatro obreros utilizando toda la protección y herramientas necesarias: esta cuadrilla trabajara paralelamente con el buldozer para obtener un mayor rendimiento.

Etapas de Cargue. Luego de acopiados todos los residuos serán cargados con un cargador CAT 420, vertiéndolos al interior de las volquetas destinadas para el transporte de estos. El procesos de cargue debe realizarse en serie para obtener un mejor rendimiento y disminuir los costos, cuando la maquina termine con una volqueta, la otra debe ingresar a la zona de cargue inmediato y así sucesivamente hasta terminar el proceso.

Etapas de Transporte. Los residuos serán transportados al relleno sanitario del Municipio de Becerril, denominado, Parque Ambiental (Siempre y cuando esté en

funcionamiento), ubicado próximamente a cuatro kilómetros, utilizando volquetas de 14 m³.

Etapas de Restauración Ambiental. La recuperación edáfica comprende básicamente el suavizar las pendientes, rellenar las oquedades, hirmar el material orgánico. Cuando esta acción este completa, se sembrara pastos o vegetación de raíz horizontal, para retener el suelo y protegerlo contra la erosión.

Es conveniente disponer de un diseño paisajístico con árboles y plantas de la zona, para entregar a la comunidad los terrenos ya recuperados y darle una utilización racional y acorde con las necesidades de la población.

6.5.4.1 Selección de la mejor alternativa

Para elegir la alternativa más viable técnica, económica y ambientalmente, se analizaron las ventajas de cada una de ellas y el costo que representa su ejecución.

Se ha llegado a la conclusión de que transportar los residuos desde el botadero a cielo abierto en el municipio de Becerril hasta el relleno sanitario los Corazones en el Municipio de Valledupar representa un costo muy elevado debido a la distancia de acarreo de las basuras > 130 km y así mismo para la alternativa 2, realizar el cargue transporte y disposición final de los residuos sólidos en la celdas de disposición, representa también un alto costo debido a la cantidad de volquetas que se requiere para su transporte, y disminuye la vida útil del relleno sanitario, obligando al Municipio a construir otra celda de disposición, el alto volumen de la misma traducen en un costo elevado, encareciendo considerablemente el proyecto.

A pesar que la Alternativa 2 y 3, causa impactos moderados sobre el ambiente y no requiere de diseños de ingeniería resulta inviable económicamente, dado que paso así a conformar con la Alternativa 1 que implica construcción una celda de disposición final en el sitio utilizado como botadero a cielo abierto, esta alternativa resulta más económica ya que el costo que representa ejecutar esta obra es sumamente bajo en comparación con la alternativa 2, además los impactos que se

presenten durante y después de la ejecución de las obras, serán mitigados y corregidos con canales perimetrales, chimeneas para el manejo de gases, filtros para la recolección de los lixiviados, laguna de evaporación de lixiviados, entre otros.

6.6 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

6.6.1 Evaluación Ambiental Etapa De Clausura

Clausura: En esta etapa los impactos negativos derivados del proyecto serán compatibles y moderados y estarán afectando principalmente a los componentes atmosféricos e hidrosférico por la descarga al ambiente de los gases generados por la descomposición de la fracción orgánica de los residuos y los lixiviados ya tratados respectivamente.

Los impactos positivos, estos en su mayoría serán de alta significancia se tendrán principalmente en los componentes geosférico, biótico y socioeconómico. Para el primero se espera la consolidación de las medidas de la protección del suelo; para el biótico se espera concluir las actividades de mejoramiento de las visuales paisajísticas y la creación de un hábitat adecuado para la fauna. En cuanto al componente socioeconómico se espera la revalorización de las tierras aledañas al relleno y su cambio del uso de manera positiva.

Los impactos negativos derivados del proyecto serán en su gran mayoría prevenidos, controlados, mitigados o compensados, y en el caso específico de los impactos críticos que no pueden ser manejados, éstos se presentarán en cualquier otro sitio donde se adelante la construcción del proyecto (pérdida de cobertura vegetal, alteración del patrón de drenaje). En cuanto a las cargas contaminantes generadas, gases y lixiviados principalmente, estos serán debidamente tratados o descargados al ambiente, por lo que la el deterioro del ambiente estará supeditado a la ocurrencia de una contingencia.

El enfoque del plan de manejo ambiental es la búsqueda de los elementos de planeación, diseño, construcción y administración que permitan la disposición controlada de los residuos sólidos generados en el municipio, minimizando los riesgos sobre la salud de la población trabajadora y la residente.

Adicionalmente el plan de manejo debe lograr que las obras se realicen con el menor deterioro ambiental posible, definiendo medidas de control y de compensación de los impactos ambientales. Por tanto, la aplicación de las medidas recomendadas se orientara hacia lo que más conviene en materia de prevención, corrección, mitigación o compensación de los impactos identificados.

Se implementaran fichas de manejo en donde se relacionaran los impactos a controlar mediante la ejecución de programas, dentro de estos aplicaran las medidas correctivas a dichos impactos estimados sobre el medio ambiente, planteando acciones eficientes con el fin de que sean indicadores de la calidad a lo largo de las obras.

Tabla 22 Ejemplo de ficha.

Categoría ambiental	Ficha N°	Elemento o impacto
	Objetivos y metas	Foto o figura alusiva a la medida de manejo o al impacto
Relaciona el propósito de las medidas de manejo y las metas para cumplir el objetivo.		
Etapa de ejecución	Hace referencia a cada una de las fases de desarrollo del proyecto y las respectivas actividades en que se genera el impacto	
Tipo de medida	Especifica si la medida formulada es de mitigación, compensación, recuperación o prevención	
Descripción de la medida		

Generales	Instrucciones generales a realizar para el manejo del impacto identificado.
Tecnológicas	Referencia los instrumentos, equipos o ayudas utilizadas para adelantar la medida
Cronograma de ejecución	Tiempos de ejecución de las actividades a desarrollar
Lugar de aplicación	Relaciona los sitios donde deben aplicarse las medidas establecidas.

Fuente: Autor, 2020

Con el objeto de disminuir los impactos que sucederán por la adecuación inicial, operación y clausura del Proyecto Relleno Sanitario de Becerril, se procedió a establecer las medidas necesarias para adelantar su correcto manejo; para esto, se estructuraron cuatro planes básicos: Plan de prevención, control, minimización, mitigación y compensación de impactos ambientales, Plan de gestión social, Plan de seguimiento y monitoreo de la calidad ambiental en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto y Plan de prevención y atención de contingencias asociadas con el proyecto; igualmente se establecieron los costos y el cronograma de ejecución de las diferentes medidas contempladas. En este capítulo solo se hará referencia al primero de los nombrados. Los otros tres se tratan en los capítulos correspondientes exigidos en los pliegos de condiciones (Plan de gestión social, Plan de seguimiento y monitoreo ambiental y Plan de prevención y atención de contingencias asociadas con el proyecto).

6.7 PLAN DE PREVENCIÓN, CONTROL, MITIGACIÓN Y COMPENSACIÓN DE IMPACTOS.

Consiste en la descripción en detalle de una serie de medidas a aplicar con el fin de alcanzar la máxima compatibilidad entre el proyecto a realizar y el ambiente donde será establecido.

Este objetivo se logrará a través de dos mecanismos, uno de ellos mediante la especificación de manejo ambiental en la ejecución de cada una de las actividades propias del proyecto y el otro, mediante la realización de actividades complementarias o adicionales a las propias del proyecto, tendientes a atenuar o minimizar los impactos negativos del proyecto, así como restablecer en lo posible condiciones preexistentes del ecosistema afectado.

Las actividades propias al primero de estos mecanismos ya han sido relatadas en el capítulo correspondiente a la descripción del proyecto.

La adopción de medidas preventivas y de mitigación busca eliminar, minimizar o atenuar los efectos negativos producidos por el proyecto en alguna de sus etapas. Se busca básicamente establecer medidas de control y correctoras que hagan posible la realización del proyecto sin perjudicar ó perjudicando lo menos posible el entorno, teniendo en cuenta:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras del mejor logro ambiental del proyecto.
- Anular, atenuar, evitar y corregir los efectos negativos que las actividades derivadas del proyecto producen sobre el ambiente en su área de influencia.
- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación durante la etapa de construcción y operación del Proyecto Relleno Sanitario de Becerril Cesar, en las distintas actividades que lo componen.

Para esto, se estructuraron fichas de manejo cuyo contenido es el siguiente:

- Objetivo: Hace referencia al fin que se busca con las medidas de manejo propuestas.
- Etapa de aplicación: Se refiere al momento en el cual se deben implementar las medidas de manejo: adecuación inicial, operación y clausura
- Tipo de medida: De acuerdo con el Decreto 1753/94 se establecieron las medidas de manejo bajo las siguientes categorías:

-Medidas de prevención: Son acciones cuyo objetivo es evitar una ola de ocurrencia de alteraciones sobre el medio ambiente.

-Medidas de control: Son obras o actividades encaminadas a mantener dentro de límites aceptables las afectaciones que se derivarán del proyecto.

-Medidas de mitigación: Son obras o actividades dirigidas a atenuar o minimizar las afectaciones que se generan por el normal desarrollo del proyecto. Estas medidas se deben llevar a la práctica en el menor tiempo posible para evitar la generación de impactos secundarios.

-Medidas de compensación: Constituyen las obras y acciones dirigidas a retribuir al ambiente por las afectaciones negativas que han sido inducidas por las actividades adelantadas durante el normal desarrollo del proyecto y que no pueden ser prevenidas, controladas o mitigadas.

-Lugar de aplicación: Identifica el punto geográfico en el cual se deben implementar las medidas de manejo.

-Responsables de la ejecución: Se identifican las entidades y funcionarios que se deben encargar de la adopción de las medidas de manejo, así como del seguimiento de la calidad ambiental y su evaluación en el tiempo y el espacio.

Este plan será objeto de estricto seguimiento y monitoreo con el ánimo de establecer su eficacia y de esta manera poder adelantar los ajustes sobre la marcha, también es probable que surjan actividades generadoras de impactos no previstos en este plan, los cuales serán incorporados para su manejo.

Los incidentes y accidentes ambientales deberán ser registrados para posterior evaluación de las causas que los produjera para la implementación de medidas preventivas y retroalimentación.

A continuación, se presenta la ficha de manejo ambiental para las actividades del proyecto.

Ficha No.1. De Replanteo Y Localización

OBJETIVOS: Establecer los procedimientos adecuados para realizar las labores de replanteo y localización de obras, con el fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales a los elementos suelo y cobertura vegetal.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación Inicial	X	Prevención	X	Toda el área del proyecto
		Control		
Operación	X	Mitigación	X	
Clausura		Compensación		
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director del proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental				

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

Con base en los estudios técnicos en el Cap.3, se adelantarán las labores de replanteo y localización en la cual se tomarán las siguientes medidas de prevención y mitigación:

- Para la localización y replanteo de las obras, que cuenten con sus diseños debidamente aprobados por la interventoría, se demarcarán las áreas a ocupar utilizando para ello señales como banderines y estacas de madera pintadas de colores vistosos, o perímetros los cuales consisten en postes con cinta de seguridad longitudinalmente para hacerla notar.
- Se delimitarán las áreas de cobertura vegetal que no serán afectadas por la construcción del proyecto. Únicamente se permitirá la afectación de la cobertura vegetal las áreas estrictamente necesarias, delimitando el ancho de la trocha y evitando hasta donde sea posible la afectación de árboles de alto porte.

Ficha No. 2. Ficha De Desmonte y Manejo De La Cobertura Vegetal

OBJETIVOS: - Garantizar que las actividades propias de la obra afecten de manera mínima la vegetación presente en la zona del proyecto y que el impacto visual generado sea de bajas proporciones

- Garantizar que las especies empleadas en la revegetalización del predio sean apropiadas, tanto para las condiciones de la zona del proyecto como para garantizar la compensación de las áreas afectadas.

MANEJO AMBIENTAL

ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación Inicial	X	Prevención		Área de construcción de obras
		Control	X	
Operación	X	Mitigación	X	Área de Campamento
Clausura	X	Compensación	X	
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	

Director del proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental	Decreto 2811/74 código de los recursos naturales renovables. Decreto 1791/96 régimen de aprovechamiento forestal
--	---

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

Manejo y reducción de impactos por remoción de cobertura vegetal

La aplicación de las directrices de extracción de impacto reducido en la tala y troceo de los árboles, es la aplicación de técnicas adecuadas que buscan aumentar la eficiencia en relación con el volumen posible de aprovechar de un árbol, reducir los desperdicios de madera, prevenir o mermar los impactos negativos sobre la vegetación, los suelos y las aguas, evitar accidentes sobre los trabajadores forestales, prevenir impactos adversos sociales asociados con estas actividades y posibilitar el acceso a mercados a través de la certificación.

Las técnicas de impacto reducido en la tala y troceo de los árboles no es algo nuevo en el país ya que algunas empresas forestales las han aplicado, pero se requiere hacer extensivas las prácticas en el territorio nacional. Generalmente las actividades de tala y troceo se dejan en las manos de trabajadores forestales con poco o ningún control de los profesionales y expertos forestales.

Sin embargo, la aplicación exitosa de las directrices de extracción de impacto reducido va más allá de los trabajadores forestales, requiriéndose capacitar a los encargados de administrar, manejar y supervisar los bosques naturales.

Ficha No. 3. De Descapote

OBJETIVOS				
Propender por el adecuado manejo de la capa orgánica del suelo que será empleado para adelantar las labores de revegetalización, a fin de evitar su contaminación y deterioro.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación Inicial	X	Prevención	X	Áreas donde se adelante el movimiento de tierras
		Control		
Operación	X	Mitigación	X	

Clausura		Compensación	
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN		NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director del proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental		Decreto 2811/74 Código de recursos naturales renovables	
MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR			
<p>El descapote sólo se debe realizar en la zona a preparar para trabajar durante un tiempo determinado. La capa orgánica del suelo es donde se encuentra la mayor actividad biológica y donde interactúan sustancias húmicas, agua, aire, material vegetal en descomposición, microorganismos animales, bacterias, algas, líquenes, hongos, etc, necesarios para el desarrollo de todo tipo de cobertura vegetal, por lo tanto será separada y correctamente almacenada en el área destinada para tal fin, evitando la mezcla de la capa orgánica con substratos estériles de los horizontes inferiores, para ser utilizado en la cobertura final. Para tal efecto se recomienda de manera temporal, construir una serie de canales interceptores de las aguas de escorrentía con sus respectivos descoles para evitar que arrastren el suelo.</p> <p>Se recomienda confinar el suelo acumulado mediante trinchos temporales, hechos en madera y fibra tejida de polipropileno, de tal forma que allí se retengan la mayor cantidad de sólidos. Cuando el suelo deba almacenarse por periodos cortos el depósito o capa orgánica se cubrirá con costales de fique de tal forma que éste se encargue de protegerlo de la acción de la lluvia y el viento.</p> <p>Cuando el tiempo de permanencia del sustrato orgánico se estime más prolongado (mayor de 3 meses), se recomienda definir los siguientes aspectos:</p> <p>Inducir crecimiento de pastos con el objeto de mantener la actividad biológica y evitar la incidencia directa de la lluvia sobre el sustrato.</p> <p>En caso de no lograrse el crecimiento de pastos se puede optar por su cobertura con materiales impermeables (plásticos).</p>			

Ficha No. 4. De Excavaciones

OBJETIVOS: Establecer las medidas y procedimientos a implementar para realizar las excavaciones, ajustándose a las normas de seguridad industrial y las políticas ambientales vigentes.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación inicial	X	Prevención	X	Áreas de adecuación de las cuatro etapas contempladas en el relleno y zona de tratamiento de lixiviados.
		Control	X	
Operación		Mitigación		
Clausura		Compensación		
RESPONSABILIDADES				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director del proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental			Resolución 541/94 Minambiente Decreto 2811/74 Código de los recursos naturales renovables	

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

Las excavaciones requieren de rigurosa localización, por lo tanto se prohibirá el inicio de excavaciones que no posean secciones y diseños específicos aprobados por la interventoría.

El ingeniero residente verificará que el operador de la maquinaria conozca todas las normas de seguridad y los procedimientos de manejo del equipo que está operando, con el fin de evitar accidentes.

Previo al inicio de las actividades de excavación, el contratista verificará las recomendaciones establecidas en los diseños descritos en el Cap.3, conforme con las especificaciones, planos y secciones transversales del proyecto con el fin de garantizar la estabilidad en los sitios donde éstas se adelantarán.

Cuando sea necesario se construirán las estructuras de soporte que eviten el volcamiento de las paredes de las excavaciones y pongan en riesgo vidas humanas.

Las áreas donde se adelante la actividad de excavación y almacenamiento de materiales, para reusar en cobertura, serán aisladas del resto del sitio de obra por medias cintas preventivas o barricadas con el fin de evitar la ocurrencia de accidentes.

Los suelos excavados que cumplan con las especificaciones requeridas para cobertura (previo tratamiento y adecuación) se almacenarán dentro de áreas del proyecto, cuidando siempre de cubrirlos con polietileno o cualquier otro material impermeable para evitar la exposición a factores climáticos o meteorológicos que puedan causar dispersión eólica de material particulado.

Los materiales producto de las excavaciones que no se puedan reutilizar se dispondrán en la escombrera del Proyecto.

Se excavará conservando los taludes recomendados en el diseño técnico (Capítulo 3) que evite la inestabilidad del suelo y si es necesario mejorar las condiciones de estabilidad en las zonas potenciales a fenómenos de remoción en masa, se adelantarán obras de control y protección geotécnica.

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

En caso de presentarse un hallazgo arqueológico se procederá de la siguiente manera:

Dar aviso al ICANH

Estructurar una propuesta de recuperación de información

Fijar términos de referencia de las excavaciones a realizar y metodología

Firmar un acuerdo con el ICANH sobre el proceso de excavación y el destino del material encontrado.

Adelantar un proceso de información con las autoridades y la comunidad local.

Ficha No. 5: Ficha De Rellenos

OBJETIVOS: Establecer las medidas y procedimientos a implementar para realizar las tareas de rellenos, ajustándose a los requerimientos técnicos y las políticas ambientales vigentes.

MANEJO AMBIENTAL

ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación inicial	X	Prevención	X	Zona donde se adelantará la canalización de cuerpos de agua y adecuación de las etapas del relleno sanitario.
		Control	X	
Operación		Mitigación		
Clausura		Compensación		

RESPONSABILIDADES

RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN	NORMATIVIDAD APLICABLE
Director del Proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental	Resolución 541/94 Minambiente

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

Previo al inicio de las actividades de rellenos, el contratista verificará las recomendaciones establecidas en los diseños conforme con las especificaciones, planos y secciones transversales del proyecto (Capítulo 2) con el fin de garantizar las características y estabilidad en los sitios donde éstas se adelantarán.

De acuerdo a la topografía del terreno y diseño propuesto para el Proyecto, esta actividad no se encuentra contemplada a realizarse en magnitudes significativas. En caso tal de ser necesarias se debe tener en cuenta las siguiente normas:

El ingeniero residente verificará que el operador de la maquinaria conozca todas las normas de seguridad y los procedimientos de manejo del equipo que está operando.

De ser posible, los materiales que lleguen al sitio de obra para la conformación de rellenos se colocarán directamente en los sitios especificados para evitar almacenamientos temporales. Los sobrantes se colocarán en lugares destinados para su almacenamiento (ver ficha No.7 de MANEJO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN).

La calidad de los materiales suministrados para rellenos se evaluará para verificar sus propiedades, con el ánimo de evitar futuras fallas de las obras ejecutadas donde pueda generarse algún accidente ambiental.

El material excavado que sea necesario almacenar para usarlo como relleno se mantendrá confinado mediante trinchos temporales, fabricados en madera y fibra tejida de polipropileno, de tal forma que allí se retengan la mayor cantidad de sólidos y se evite la dispersión de material particulado por acción del viento o la lluvia.

Perimetral a la zona de almacenamiento se construirá una red de canales para captar y evacuar las aguas lluvias.

Especial atención se tendrá en reconformar las áreas intervenidas sobre las cuales se adelantará el establecimiento de cobertura vegetal, con el fin de que se logre armonía con el paisaje

Ficha No. 6: Ficha De Manejo Materiales De Construcción

OBJETIVOS: Aplicar medidas y procedimientos de manejo ambiental para minimizar los efectos ambientales ocasionados por el transporte y almacenamiento temporal de los materiales que se emplearán para la construcción de las diferentes obras del proyecto.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación inicial	X	Prevención	X	En los sitios donde se adelanta el manejo y almacenamiento de materiales de construcción dentro de la obra.
		Control	X	
Operación	X	Mitigación		
Clausura		Compensación		
RESPONSABILIDADES				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director del proyecto			Decreto 948/95 Minambiente	
Ingeniero ambiental residente			Decreto 2811/74 código de recursos naturales renovables	
Ingeniero residente				
Interventoría Ambiental			Resolución 541/94 Minambiente	

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

El almacenamiento de los materiales se debe realizar de acuerdo a su naturaleza y volúmen, para lo cual se contará en el sitio de obra con las instalaciones y áreas adecuadas y se implementarán las siguientes medidas mínimas:

Materiales pétreos, concretos y asfaltos

La cantidad de materiales pétreos almacenada será la que estrictamente se necesite en las obras para un periodo máximo de cinco días en sitios que presenten baja susceptibilidad al empozamiento de agua y acción del viento, depositados en estructuras que eviten su dispersión perimetral, la cual cuente con canales interceptores de aguas de escorrentía que las evacuen a los cuerpos de agua más cercanos previo tratamiento primario (desarenador).

A los proveedores de materiales se les exigirá que durante el transporte y descargue de los materiales se cumpla con la normatividad aplicable, en especial la resolución 541/94 de Minambiente (llenado y cubrimiento del platón y modificaciones de los vehículos).

En el caso de sobrantes de concreto, éstos se emplearán en obras menores y por ningún motivo se permitirá que se dispongan en el sitio de obra o en áreas aledañas.

Insumos y otros materiales

Debido a cuestiones de seguridad y calidad de materiales, el almacenamiento de materiales como cemento, tuberías, hierros, etc., se realizará en el almacén dispuesto para esta actividad en el sitio de campamento de la obra.

El almacenamiento de éstos materiales se adelantará de la siguiente manera:

Cemento: Se colocará sobre una cama en estibas de madera que garantice su protección contra la humedad

Hierros: Se llevará a cabo sobre “burros” contruidos en varas limatón, clasificándolos de acuerdo al tipo y diámetro; en el caso de rollos, éstos se almacenarán sobre estibas de madera.

Tubería: Para el almacenamiento de la tubería se construirán “burros” en varas limatón donde se clasificarán de acuerdo al tipo y diámetro.

Pinturas: El almacenamiento se adelantará en escaparates debidamente ventilados e identificados de acuerdo con el tipo de producto almacenado.

Mampostería: Su almacenamiento se adelantará sobre estibas de madera. Además, serán cubiertos con polietileno u otro material impermeable.

- Combustibles y lubricantes

Los recipientes para almacenamiento de combustibles y lubricantes serán herméticos y permanecerán debidamente cerrados; por ningún motivo se permitirá que estos recipientes se coloquen directamente sobre el suelo, para esto se deben construir soportes los cuales se apoyarán en una placa en concreto con un dique perimetral que permita la contención del 110% del mayor recipiente de almacenamiento o por lo menos el 50% del volúmen total almacenado.

Los recipientes deberán permanecer siempre en forma horizontal para facilitar su inspección y la detección de posibles fugas.

La zona de almacenamiento de combustibles y lubricantes deberá estar debidamente señalizada y contar con mínimo dos extintores con una capacidad mínima de 10 kg.

Los extintores deberán montarse sobre soportes y/o puestos en una caja para prevenir que la base del extintor se corra, además deben inspeccionarse visualmente cada mes y deben ser recargados una vez al año.

Además de lo anterior, para el transporte, cargue y descargue de materiales de construcción, se deben atender las medidas consignadas en la ficha No.7 de transporte y disposición de escombros.

Ficha No. 7: Ficha De transporte Y Disposición De Escombros

OBJETIVOS: Adelantar un adecuado transporte y disposición de los escombros generados durante la construcción del proyecto, de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad ambiental.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación inicial	X	Prevención	X	Áreas de escombreras y los sitios donde se adelante el movimiento de tierras.
		Control	X	
Operación del Proyecto	X	Mitigación		
Clausura		Compensación		
RESPONSABILIDADES				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director de construcción y operación Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental			Resolución 541/94 Minambiente	

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

De acuerdo con el artículo 2 de la resolución 541/94 Minambiente se adelantarán las siguientes medidas mínimas para el transporte de escombros:

Durante el almacenamiento de material de excavación no apto para rellenos, éstos serán cubiertos con polietileno o cualquier otro material impermeable para evitar su arrastre por el viento y la lluvia.

Transporte de materiales

No se aceptará para el transporte de los escombros o materiales de construcción en vehículos que hayan modificado el diseño original de los contenedores o platonos para aumentar su capacidad de carga en volumen o en peso en relación con la capacidad de carga del chasis.

Los vehículos destinados para tal fin tendrán involucrados a su carrocería los contenedores o platonos apropiados, a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad, en forma tal que se evitara el derrame, pérdida de material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, se garantizará que los vehículos destinados a esta actividad tendrán un contenedor o platón constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios.

Los contenedores o platonos empleados para este tipo de carga estarán en perfecto estado de mantenimiento durante la obra. La carga se acomodará de tal manera que su volumen esté a ras del platón o contenedor, es decir, a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, para los vehículos que cuenten con puertas de descargue, las mismas estarán adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte

Velará por que los escombros y materiales transportados se cubran con lonas o plásticos resistentes al desgarre, para evitar que se derramen sobre la vía pública o sean dispersados por acción del viento. Está cubierta estará sujeta firmemente a las paredes exteriores del contenedor o platón en forma tal, que caiga sobre el mismo por lo menos 30 cm a partir del borde superior del contenedor o platón.

En caso de pérdida o derrame de los escombros durante su traslado a los sitios de disposición, se exigirá al conductor su recogido inmediato.

Ficha No. 8: Ficha De Operación De Maquinaria Y Equipos

OBJETIVOS: Garantizar que la operación de la maquinaria y equipos necesarios para la ejecución del proyecto ocasione un mínimo impacto ambiental.				
MANEJO AMBIENTAL				
ETAPA DE APLICACIÓN		TIPO DE MEDIDA		LUGAR DE APLICACIÓN
Adecuación inicial	X	Prevención	X	Toda el área del proyecto.
		Control	X	
Construcción	X	Mitigación		
Operación	X	Compensación		
RESPONSABILIDADES				
RESPONSABLE DE LA EJECUCIÓN			NORMATIVIDAD APLICABLE	
Director del Proyecto Ingeniero ambiental residente Ingeniero residente Interventoría Ambiental			Decreto 948/95 Minambiente	

MEDIDAS DE MANEJO A IMPLEMENTAR

En el sitio de parqueo de maquinaria únicamente se realizarán labores mínimas de mantenimiento (cambio de aceite y filtro), en caso de reparaciones mayores la maquinaria será trasladada por medio de camabajas hasta los sitios especializados fuera del sitio de obra.

El sitio destinado para reparaciones menores, cambio de aceite y combustibles de la maquinaria y equipo que labore dentro del obra, deberá ser previamente adecuado, de tal manera que se halle sobre una placa de concreto sobre la cual se colocará una capa de material absorbente (aserrín) para evitar dispersiones, además se contará con canales perimetrales protegidos con rejillas que conduzcan los vertimientos a una trampa de grasas y aceites.

El equipo y maquinaria a emplear debe permanecer o movilizarse del sitio de trabajo al lugar asignado para su depósito o estacionamiento por los accesos o senderos previamente establecidos. Lo anterior con el objeto de evitar posibles obstrucciones de los accesos asignados que obligan a tomar otras vías o accesos que pueden generar afectaciones adicionales.

El suministro de combustibles y lubricantes a la maquinaria y equipos se adelantará en sitio habilitado para esta actividad; únicamente se permitirá que se suministre combustibles y lubricantes en el sitio de operación de la maquinaria o equipos cuando por fuerza mayor así lo exija. El suministro de combustibles se hará por medio de una bomba manual para evitar la ocurrencia de derrames.

Los sitios de parqueo de maquinaria y equipos se mantendrán limpios y ordenados, contarán con la señalización y equipos mínimos de seguridad industrial de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad aplicable.

En cuanto a higiene y seguridad industrial se adelantaran las siguientes medidas:

El ingeniero residente verificará que todos los vehículos asociados al proyecto se encuentren en condiciones mecánicas adecuadas, posean equipo básico de carretera, cuenten con el seguro obligatorio de tránsito, cuenten con elementos de control de ruido y emisión de gases, que reúnan los permisos exigidos por las autoridades competentes y que no presenten modificaciones en cuanto a su capacidad, especialmente las volquetas.

Se contará con dos extintores en el sitio de suministro y almacenamiento de combustibles. Estos extintores deberán ser de polvo químico seco con una capacidad mínima de 10 kg.

Los extintores deberán montarse sobre soportes y/o puestos en una caja para prevenir que la base del extintor se corra, además deben inspeccionarse visualmente cada mes y deben ser recargados una vez al año.

Ficha No. 9. Control De Impactos Sobre Geología Y Suelos

Objetivos	Brindar soluciones y herramientas que garanticen la estabilidad de los taludes de relleno material común (diques). Relleno de residuos sólidos. Taludes realizados por excavaciones de adecuaciones y zonas quien presente fenómenos de estabilidad.	
Impacto Considerado	Alteración de las características edáficas. Pérdida de suelo. Inestabilidad de taludes. Erosión	
Lineamientos Metodológicos	Desde el punto de vista constructivo, se deben tener en cuenta las recomendaciones hechas en las fichas referentes a excavaciones y rellenos Prestar especial atención al manejo de las aguas de escorrentías tanto para las vías de acceso a cada una de las etapas del proyecto, como a cada una de las zonas de disposición de residuos sólidos. Garantizar y prevenir la estabilidad de taludes mediante el uso de alternativas técnicas con el fin de implementarlas según las condiciones de cada zona o punto en particular. Las alternativas técnicas a considerar son entre otras, trincho, muros en gaviones, revegetalización con biomanto, cobertura vegetal, terraceo, barreras semipermeables, de maleza en talud, fajinas, enramados, taludes en escalera, tablestacados en madera y protección vegetal de taludes en escalera.	
Recursos utilizados		Responsable de ejecución
➤ Los incluidos en el programa de reforestación y operación		Director del Relleno, Ingeniera Sanitario y la interventoría.
Costos		Cronograma de ejecución
Hace parte de la operación		Durante la operación, clausura y post. Clausura.

Ficha No. 10. Control Impactos Sobre Aguas Superficiales Y Subsuelo

Objetivos	Evitar la contaminación de los cuerpos de agua tanto superficiales como subterráneos y de los suelos, a causa del mal manejo y de una deficiente disposición de los lixiviados producidos por la descomposición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.	
Impacto Considerado	Contaminación de aguas superficiales Contaminación de aguas subterráneas	
Lineamientos Metodológicos	<p>Construcción de un sistema de impermeabilización y de drenaje en el fondo del relleno sanitario que garantice que los lixiviados puedan ser evacuados y conducidos al exterior del relleno para su posterior tratamiento. (Capítulo 2)</p> <p>Construcción de un sistema de tratamiento que garantice la remoción de contaminantes en el lixiviados (Materia orgánica: DBO, DQO, entre otros) para cumplir con las normas ambientales y poder entregarlas al medio natural por medio de un sistema de aspersión. (Capítulo 2.)</p> <p>Construcción de una red estructurada hidráulica para el manejo de aguas lluvias que caen directamente sobre los residuos o coberturas diarias para de esta forma evitar la infiltración y aumento en los caudales de lixiviados. (Capítulo 2.)</p> <p>Control de los residuos que ingresen a la zona de disposición. No permitiendo residuos de carácter peligroso. La disposición de residuos con metales pesados desestabiliza los tratamientos biológicos.</p>	
Recursos utilizados	Responsable de ejecución	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Arcilla compactada del sitio ➤ Material para filtro (grava) ➤ Planta de tratamiento 	Director del Parque, Ingeniero Ambiental Residente y la interventoría.	

Costos	Cronograma de ejecución
Impermeabilización \$28750/m ² Filtro y sistema de drenajes. \$23.925/ml. Gastos de inversión planta de tratamiento de lixiviados	La instalación del sistema de impermeabilización se efectúa en la fase preparativa y el sistema de drenaje se construye en la fase de operación. Tratamiento de lixiviados se realiza durante la operación, clausura y post. Clausura.

Ficha. 11. Control De Impactos Sobre Calidad Del Aire

Objetivos	Evitar la contaminación del aire por emisiones atmosféricas.	
Impacto Considerado	Contaminación del aire por emisiones gaseosas Alteración de la fase sólida del aire (material Particulado) Emisiones de fuentes móviles.	
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Previo a la iniciación del proyecto será indispensable verificar el buen estado de los escapes en los motores, vehículos, etc. Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente y que sus motores estén sancionados y no emitan gases de carbono fuera de lo normal. 2. Se instalarán quemadores de gases (TEAS) en los sistemas de drenaje del biogás producido en el relleno sanitario. 3. Para el control y monitoreo de las emisiones atmosféricas del horno incinerador de residuos peligrosos, se realizarán los muestreos necesarios a fin de verificar el cumplimiento de los límites permitidos en la normatividad ambiental vigente. 	
Recursos utilizados		Responsable de ejecución
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Quemadores de gases ➤ Vehículo cisterna (carro Tanque) 		El contratista de la operación del relleno sanitario y la interventoría técnica.

Costos	Cronograma de ejecución
Quemadores Operación de vehículos cisterna \$ 200.000/día	Etapa preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto). Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias). Post operativa (cierre, restauración y recuperación del área del relleno sanitario por operación de maquinaria).

Ficha No. 12. Control De Impactos Sobre La Salud Pública

Objetivos	Brindar al operador del proyecto, al personal vinculado a la operación del relleno y a las poblaciones vecinas, un instrumento tendiente a prevenir y controlar los riesgos que durante la construcción operación y cierre definitivo del relleno sanitario se puedan presentar.
Impacto Considerado	Evitar daños a la salud de las personas.
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definir la política sobre saneamiento ambiental y la salud ocupacional del proyecto. 2. Análisis de la base legal de salud ocupacional 3. Elaborar un programa de epidemiología y atención a las personas en el área circundante al relleno. 4. Elaborar el reglamento de Medicina Higiene y seguridad. (Capítulo 3.7) 5. Programas de saneamiento de las edificaciones y áreas construidas para el personal y equipos. 6. Elaboración del panorama general de riesgos (proyecto de emergencia y contingencia, Capítulo 10) 7. Elaborar y aplicar normas de seguridad industrial. 8. Control de roedores y vectores sanitarios. (Ficha No.10) 9. Asignar los recursos y la logística del programa.

Recursos utilizados	Responsable de ejecución
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Impermeabilizante ➤ Material para filtro (grava) ➤ Planta de tratamiento 	Director del proyecto, Ingeniera Ambiental Residente e Interventoría.
Costos	Cronograma de ejecución
Impermeabilización \$55.750/m ² Filtro y sistema de drenajes. \$50.925/ml cobertura diaria gastos de operación	Etapa preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto).
	Etapa Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias). Etapa Post operativa (cierre, restauración y recuperación del área del relleno sanitario por operación de maquinaria).

Ficha No. 13. Control sobre el Paisaje

Objetivos	Conformar una estructura visual estética.
Impacto Considerado	Cambios en la forma de relieves. Cambios en la estructura del paisaje Alteración de las características edáficas Inducción de los procesos erosivos
Lineamientos Metodológicos	Medidas de diseño para adaptarse a las geoformas del lugar Remodelación de taludes y terraplenes Revegetalización. Barreras visuales Manejo de coberturas similares a tipología de la zona. Plan de manejo de cobertura vegetal (FICHA No.3)
Recursos utilizados	Responsable de ejecución

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Equipo de movimiento de tierra ➤ Cobertura vegetal ➤ Especies seleccionadas para el manejo de paisajes 	Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la interventoría.
Costos	Cronograma de ejecución
Barreras visuales \$5000/ml Capote y revegetalización Los demás costos son de operación	Etapa preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto). Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias). Post operativa (cierre, restauración y recuperación del área del relleno sanitario por operación de maquinaria).

Ficha No. 14. Control De Impactos Sobre El Paisaje

Objetivos	Evitar la generación excesiva de ruidos y vibraciones en niveles que ocasionen perturbaciones y daños a la salud humana, la fauna y deterioro de materiales.
Impacto Considerado	Desplazamiento o muerte de la fauna.
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daños y perturbaciones de la salud. 2. Efectuar controles en la fuente: mofles, silenciadores, cambios de equipos. 3. Prohibir el uso de cornetas y pitos que emitan altos niveles de ruido. 4. Establecer límites de velocidad para la circulación de vehículos en el relleno. 5. Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente. 6. Los vehículos, maquinarias y equipos deberán permanecer encendidos únicamente el tiempo estrictamente necesario para la operación. Los silenciadores y exhortos de los vehículos deberán estar funcionando bien para evitar la contaminación del ruido. 7. Operación Proyecto y señalización (Capítulo 3.6)

Recursos Utilizados	Responsable De Ejecución
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento de maquinaria y equipos ➤ Reglamentación Interna de trabajo 	Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la Interventoría.
Costos	Cronograma de ejecución
De operación y mantenimiento de maquinaria. \$3.000.000/mes	Etapa preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto).
	<p>Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias).</p> <p>Post operativa (cierre, restauración y recuperación del área del relleno sanitario por operación de maquinaria).</p>

Ficha No. 15. Control De Impactos Sobre Ruido Y Vibraciones

Objetivos	Evitar la generación excesiva de ruidos y vibraciones en niveles que ocasionen perturbaciones y daños a la salud humana, la fauna y deterioro de materiales.
Impacto Considerado	Desplazamiento o muerte de la fauna.
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Daños y perturbaciones de la salud. 2. Efectuar controles en la fuente: mofles, silenciadores, cambios de equipos. 3. Prohibir el uso de cornetas y pitos que emitan altos niveles de ruido. 4. Establecer límites de velocidad para la circulación de vehículos en el relleno. 5. Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente. 6. Los vehículos, maquinarias y equipos deberán permanecer encendidos únicamente el tiempo estrictamente necesario para la operación. Los silenciadores y exhortos de los vehículos deberán estar funcionando bien para evitar la contaminación del ruido.

7. Operación Proyecto y señalización (Capítulo 3.6)	
Recursos Utilizados	Responsable De Ejecución
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mantenimiento de maquinaria y equipos ➤ Reglamentación Interna de trabajo 	Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la Interventoría.
Costos	Cronograma de ejecución
De operación y mantenimiento de maquinaria. \$3.000.000/mes	Etapa preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto).
	Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias).
	Post operativa (cierre, restauración y recuperación del área del relleno sanitario por operación de maquinaria).

Ficha No. 16. Control De Impactos Del Transporte

Objetivos	Evitar la contaminación del aire por fuentes móviles. Reducir los riesgos de accidentalidad.
Impacto Considerado	Generación de emisiones de gases, material articulado, ruido y residuos volantes Riesgos de accidentalidad
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cumplir con las normas de emisiones gaseosas para fuentes móviles. 2. Los vehículos, maquinaria y equipos deberán permanecer encendidos únicamente el tiempo estrictamente necesario para la operación. Los silenciadores y exhortos de los vehículos deberán estar funcionando bien para evitar la contaminación por ruido. 3. Establecer límites de velocidad para la circulación de vehículos en el relleno. 4. Se deberá corroborar que todos los equipos funcionen adecuadamente. 5. Señalizar adecuadamente el área de circulación de los vehículos. 6. Adecuar las vías internas para la circulación ágil y fluida de los vehículos.

	<p>7. Capacitar periódicamente a los conductores sobre las normas para prevenir accidentes.</p> <p>8. El operador del relleno exigirá a sus proveedores sobre las normas para prevenir accidentes.</p> <p>9. El operador del relleno exigirá a sus proveedores que los vehículos destinados para el transporte de materiales tendrán involucrados a su carrocería los contenedores o platoes apropiados a fin de que la carga depositada en ellos quede contenida en su totalidad en forma tal que evitará el derrame, pérdida de material o el escurrimiento de material húmedo durante el transporte. Por lo tanto, se deberá garantizar que los vehículos destinados a esta actividad tendrán un contenedor o platón constituido por una estructura continua que en su contorno no contenga roturas, perforaciones, ranuras o espacios. Los contenedores o platoes empleados para este tipo de carga estarán en perfecto estado de mantenimiento durante la obra. La carga se acomodará de tal manera que su volumen esté al ras del platón o contenedor, es decir a ras de los bordes superiores más bajos del platón o contenedor. Además, para los vehículos que cuenten con puertas de descargue, éstas estarán adecuadamente aseguradas y herméticamente cerradas durante el transporte. En el caso de los descubiertos, se proveerán de lonas para evitar que los residuos se esparzan.</p>
Recursos utilizados	Responsable de ejecución
<p>➤ Señales de tránsito y seguridad. Reglamento interno del Proyecto y de seguridad industrial.</p>	<p>Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la Interventoría</p>
Costos	Cronograma de ejecución
<p>De operación y mantenimiento de señalización. \$20.000/señal</p> <p>Talleres de capacitación. \$80.000/hora</p>	<p>Etapas preoperativa (construcción de obras civiles y adecuación de la primera etapa del proyecto).</p> <p>Operativa (durante la operación del relleno sanitario por disposición de residuos sólidos y operación de maquinarias).</p>

Ficha No. 17. Socio económico

Objetivos	<p>Evitar conflictos con la población.</p> <p>Evitar los efectos en la salud de las personas por contaminantes, olores y ruidos.</p> <p>Establecer un programa de gestión social del proyecto con adecuados niveles de participación comunitaria.</p>	
Impacto Considerado	<p>Cambios en la calidad de vida</p> <p>Cambios en la estructura económica local</p> <p>Conflictos de orden local</p>	
Lineamientos Metodológicos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Establecimiento de un programa de información y participación comunitaria. 2. Establecimiento de un programa de adecuación ambiental. 3. Control en la fuente de la emisión de contaminantes para evitar su dispersión a zonas habitadas. 4. Utilización de mano de obra local. 5. Ver programa de Gestión Social 	
Recursos utilizados		Responsable de ejecución
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Boletines de prensa ➤ Talleres educativos ➤ Reuniones con la comunidad 		<p>Dueño del proyecto, Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la Interventoría</p>
Costos		Cronograma de ejecución
<p>educación</p> <p>\$1.000.000 –2.000.000/taller</p>		<p>Las actividades de la gestión social deben iniciarse desde la etapa de concepción del proyecto y extenderse hasta su post- clausura.</p>

Ficha 18. Control De Impactos De Los Lixiviados De la Celda

Objetivos	Evitar la contaminación de los cuerpos de agua superficiales y de los suelos a causa de mal manejo y deficiente disposición de los lixiviados producidos para la descomposición de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.	
Impacto Considerado	Contaminación de las aguas superficiales. Contaminación de aguas subterráneas.	
Lineamientos Metodológicos	Construir un sistema de tratamiento de los lixiviados generados por la degradación de los residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario.	
Recursos utilizados		Responsable de su ejecución
Planta de tratamiento de Lixiviado y almacenamiento Sistema de bombeo		Director del Proyecto, Ingeniero Ambiental residente y la Interventoría
Costos		Cronograma De Ejecución
tratamiento de Lixiviado \$5.500.000 Sistema de bombeo y recirculación \$22.830.000		Durante la operación del proyecto, el sistema debe operarse en esta y en las fases de clausura y post clausura.

6.8 PLAN DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO

De acuerdo el análisis del medio ambiente a afectar y la zonificación ambiental del área proyecto, el análisis de impactos ambientales generados y las características técnicas de la adecuación inicial, operación y clausura del Relleno Sanitario, se estructuró un modelo de monitoreo orientado a realizar seguimiento de indicadores ambientales que se verán modificados en uno u otro sentido (positiva o negativamente) por el desarrollo de las actividades contempladas en el proyecto. El programa general de seguimiento y monitoreo así concebido constituye una herramienta para aproximarse al conocimiento de la evolución de la calidad socio-ambiental en las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto mediante el acopio y análisis de datos e información pertinente que permite evaluar la eficiencia de las obras, sistemas, medidas o estrategias de manejo ambiental y verificar el cumplimiento de las normas, estándares y compromisos de control ambiental y gestión social del proyecto. De otro lado, se logrará conocer impactos no previstos, inesperados o inaceptables a la luz de la Normatividad y adelantar un proceso de retroalimentación enfocado a reformular o establecer medidas reactivas inmediatas ante el deterioro de la calidad ambiental en la zona del proyecto y asegurar la viabilidad bajo la cual CORPOCESAR aprobó su ejecución.

6.8.1 Medio abiótico

Después de la implementación del sistema de tratamiento y disposición de las aguas residuales generadas por el personal presente en el proyecto y el lavado de equipos, se realizara una caracterización semestral al vertimiento generado, con el fin de evaluar los parámetros establecidos por este componente de acuerdo a las exigencias del decreto 1594 de 1984, en lo que respecta a la contaminación de fuentes del subsuelo y el agua subterránea.

En la caracterización mencionada se deben analizar, como mínimo, los siguientes parámetros: caudal, pH, temperatura, grasas y aceites, SST, DBO_5 , DQO y aquellos que la autoridad ambiental solicite. El registro de esta caracterización debe servir como documento de consulta de información estadística sobre el del comportamiento del componente de tratamiento de las aguas residuales.

Considerando que el componente de tratamiento de lixiviados no generara vertimiento alguno, este estará sujeto a seguimiento y monitoreo, mediante caracterización periódicas, haciendo énfasis en los parámetros de DBO_5 , DQO, SST y caudal. Este último parámetro es quizás el más representativo como criterio de evaluación para el funcionamiento del drenaje de lixiviados. Los lixiviados deber ser caracterizados con la misma frecuencia que las aguas residuales, excepto el caudal que deberá ser aforado mensualmente.

Proyectando la construcción de un pozo artesano para las distintas actividades (domésticas y lavado de equipos), se realizara una caracterización semestral al recurso en el sitio y en las áreas de influencia, en donde se realice un aprovechamiento de agua subterránea. Este análisis se hará de manera previa al inicio del proceso del relleno sanitario, con el fin de establecer criterios de calidad de manera cualitativa al recurso y una posible afectación de este durante la operación del relleno.

Como mínimo se deben realizar los siguientes parámetros (Decreto No. 475 de 1998): nivel estático en el pozo, DBO_5 , DQO, pH, temperatura °C, solidos totales, solidos suspendidos, solidos disueltos, conductividad específica, nitrógeno total, fosforo total, dureza, alcalinidad, magnesio, cloruros, sulfatos, plomo, mercurio, cobre, zinc, cadmio, cromo total, calcio, sodio, potasio y aquellos que la autoridad ambiental considere necesarios. Los resultados de estos análisis se constituirán en documento público.

Dada la importancia que representa el componente atmosférico dentro del medio abiótico y en especial el manejo adoptado para mitigar los impactos generados, se especifican a continuación las actividades a adoptar para el seguimiento y monitoreo de las respectivas medidas de manejo.

Los responsables, administrativos y técnico, del relleno sanitario deberán verificar el cumplimiento de las medidas establecidas en el manejo para cada uno de los impactos relacionados en la ficha de evaluación.

Adicionalmente, se deben programar capacitaciones mediante charlas obligatorias al personal de operarios sobre el uso de los elementos de seguridad industrial y/o protección personal, con una frecuencia mínima semestral o cada que sea necesario.

Como medida de prevención se debe verificar periódicamente el funcionamiento de la maquinaria y equipos que operen el relleno, con el fin de detectar posibles fallas y así prevenir accidentes.

Se debe realizar un registro y/o análisis del biogás producido durante la descomposición de los residuos cada seis meses. Este registro se hará de manera aleatoria entre las chimeneas para la evacuación de gases construidos en el relleno.

Para la actividad se contemplaran los siguientes parámetros: caudal, concentración de metano, monóxido de carbono, dióxido de carbono y sulfuro de hidrogeno y aquellos que la autoridad ambiental considere necesarios. Este análisis también debe estar dispuesto como fuente de información o consulta como documento de interés público. En las chimeneas se monitoreara diariamente el límite mínimo de explosividad; con el fin de evaluar el riesgo de explosiones que se puedan presentar en el relleno sanitario.

Se efectuaran inspecciones diarios a los frentes de trabajo, para observar que no se afecten las áreas localizadas por fuera del límite del relleno sanitario.

Se debe disponer correctamente los materiales provenientes de excavaciones o movimientos de tierra, considerados de utilidad en la ejecución del proyecto.

6.8.2 Medio biótico

Para definir la afectación que pudiere presentarse durante la construcción y operación de la celda de saneamiento del botadero a cielo abierto, se debe tener en cuenta que el sitio seleccionado es un área intervenida en su entorno ambiental. Por lo tanto, el alejamiento de especie se dará como consecuencia del aumento de las actividades antrópicas.

Tanto el constructor, como la interventoría, deberán supervisarse el cumplimiento de las medidas de manejo establecidas en la evaluación de impacto de cada uno de los componentes. Se hará seguimiento a los ecosistemas terrestres (Fauna y flora), mediante la implementación secuencial de charlas al personal que labore en el sistema y las acciones que implemente el municipio para la conservación de las especies forestadas.

Es responsabilidad del constructor y la interventoría, así como la del Municipio de la revegetalización de las áreas intervenidas y la aplicación de las medidas establecidas en el plan de manejo ambiental. La duración de estas actividades dependerá de las distintas etapas a llevar a cabo durante la ejecución del proyecto y estarán sujetas al avance de las mismas. De igual manera, se debe informar oportunamente a la autoridad ambiental competente sobre los avances de esta actividad, con el fin de verificar el cumplimiento del proceso de revegetalización o restauración ambiental de las áreas intervenidas y las de carácter compensatorias. Este informe será presentado cada vez que se ejecute la actividad según el cronograma fijado.

6.8.3 Medio socioeconómico

El seguimiento comprende los mecanismos y acciones ambientales que permitan el desarrollo de las medidas propuestas como corrección de los impactos generados. Se debe enfatizar en la calificación de los impactos identificados, para que el componente socioeconómico sea el más favorecido en la ejecución del proyecto. Por tal razón, las actividades a desarrollar para el monitoreo de las medidas es muy estricto, de acuerdo a lo establecido en las fichas de manejo y debe ser direccionado al personal operativo del sistema.

El operador deberá garantizar la seguridad del personal mediante la elaboración y el cumplimiento del programa de higiene y seguridad industrial. Además, el operador debe responder por la ejecución de las medidas establecidas en el manejo de los impactos relacionados en este componente.

El operador, deberá hacer la correspondiente evaluación de los posibles cambios ocasionados por el proyecto sobre la dinámica de la comunidad, respecto a sus quehaceres diarios y tradicionales, su nivel organizativo, participación y de sus aspectos económicos una vez se inicien las actividades. Esta evaluación se realizara por lo menos cada cinco (5) años después de haber iniciado la operación del relleno sanitario.

Se efectuara un seguimiento a las áreas circunvecinas que enajenaron sus predios o parte de ellos para la construcción del relleno, con el propósito de evaluar el impacto generado sobre ellos y establecer la incidencia de las medidas de compensación aplicadas.

El operador deberá mantener contacto permanente con la comunidad habitante en el área de influencia y con las autoridades municipales. Esta comunicación se mantendrá a través de mecanismos preestablecidos y aceptados por la comunidad; de tal forma que los actores involucrados puedan canalizar sus inquietudes sobre diferentes aspectos, a través de sus representantes. De igual manera, se debe garantizar una información oportuna a las comunidades acerca de las decisiones y el avance de las actividades y/o desarrollo del proyecto

6.9 PLAN DE CONTINGENCIA

Objetivos Generales

El Plan de Atención Contingencias (PDC) implementado para el Proyecto del relleno sanitario de Becerril, se define como un conjunto integrado de recursos humanos y económicos, instrumentos técnicos, normas generales, reglas e instrucciones, que tienen como fin adoptar medidas de seguridad que garanticen la prevención, mitigación y atención de posibles desastres que puedan presentarse en el área

donde se adelantará la construcción de la infraestructura para disposición de residuos sólidos.

El plan de atención de contingencias del nuevo relleno sanitario se elabora frente a la incertidumbre de ocurrencia de desastres originados en las condiciones naturales presentes en la zona del proyecto o por situaciones de orden social; buscando prevenir dichos eventos, o en caso tal de suceder, disponer de respuestas rápidas y eficientes para atender el efecto causado.

NOTA: Este PDC debe aplicarse en forma conjunta con el Plan de Salud Ocupacional, Higiene y Seguridad Industrial.

Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del plan de atención de contingencias son los siguientes:

- Reducir los daños y efectos adversos a las familias aledañas al Proyecto, que puedan derivarse de la operación del mismo.
- Minimizar el impacto generado al ambiente ante un siniestro.
- Reducir los costos y reclamos derivados de las emergencias presentadas en el Proyecto.
- Minimizar las consecuencias legales por concepto de reclamaciones e incumplimiento de normas ambientales y de higiene y seguridad.
- Salvaguardar la integridad de las instalaciones del Proyecto.

En particular, y en respuesta a los pliegos del sistema de disposición, los diseños del relleno se han concebido en forma tal que minimicen los posibles impactos ambientales y sociales en el área de influencia del mismo, para prevenir en todo momento:

1. Inestabilidad de terrenos.
2. Inestabilidad del relleno sanitario durante y después del cierre del mismo.

3. Contaminación del subsuelo
4. Contaminación de la atmósfera con gases y partículas nocivas para la salud de las personas.
5. Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales con lixiviados
6. Dificultades en la operación del relleno sanitario, que afecten o retracen la disposición de los residuos sólidos
7. La generación de vectores y malas condiciones de trabajo para el personal operador del relleno sanitario
8. La dispersión y salida de residuos del área del frente de trabajo.
9. El estancamiento de aguas lluvias o de escorrentía en el área de operación o área rellenada con basura.
10. Riesgos de incendios y explosiones.

En el diseño de estas medidas y en la operación misma del relleno, se han tenido y se tendrán en cuenta las restricciones de ubicación enunciadas en el artículo 88 del decreto 1713 de 2002.

Es importante anotar que algunos de los objetivos enunciados se han contemplado igualmente en el Plan de Manejo Ambiental (véase capítulo 5 de esta propuesta técnica), en especial los siguientes:

1. Inestabilidad de terrenos.
2. Contaminación del subsuelo
3. Contaminación de la atmósfera con gases y partículas nocivas para la salud de las personas.
4. Contaminación de las aguas subterráneas y superficiales con lixiviados

5. La generación de vectores y malas condiciones de trabajo para el personal operador del relleno sanitario
6. La dispersión y salida de residuos del área del frente de trabajo.
7. El estancamiento de aguas lluvias o de escorrentía en el área de operación o área rellena con basura.

6.9.1 Plan Estratégico

Dentro de este plan se describen las generalidades del plan de contingencia (definiciones, marco legal, ubicación de autoridades, entre otras), la evaluación de riesgos, las estrategias de respuestas ante un evento, las necesidades recursos humanos, logísticos y las necesidades de comunicación.

A continuación se amplía cada uno de estos aspectos.

6.9.1.1 Generalidades

Definiciones Básicas

Debido a las múltiples definiciones que se tienen para la terminología empleada en los planes de atención de contingencias y por ende las contradicciones que esto genera, a continuación se presenta el significado de los principales términos empleados en el presente estudio de acuerdo con Cardona:

Amenaza: Probabilidad de ocurrencia de un evento o resultado no deseable, con una cierta intensidad en un cierto sitio y en un periodo de tiempo. Está constituida por los factores de riesgo externos, que pueden ser modificables, pero que a menudo no lo son.

Vulnerabilidad: Es el nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y su propiedad, los servicios públicos, etc. La vulnerabilidad puede ser

abordada desde diferentes ópticas, en el presente plan se relacionan las que tienen ingerencia en el proyecto: Natural (la que presenta todo ser vivo); física (se refiere especialmente a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos); social (se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad, ya que una comunidad es socialmente vulnerable en la medida en que las relaciones de vínculo con sus miembros entre sí, no pasen de ser meras relaciones de vecindad física); política (hace referencia al nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de las decisiones que la afectan) y técnica (nivel de tecnología existente para afrontar un siniestro).

Riesgo: Probabilidad de exceder un nivel de consecuencias sociales, económicas o técnicas en un cierto sitio y en un cierto periodo de tiempo, es decir, hace referencia a la relación de la vulnerabilidad y la amenaza.

Desastre: Evento identificable en el tiempo y el espacio, en el cual una comunidad ve afectado su funcionamiento normal, con pérdidas de vidas y daños de magnitud en sus propiedades y servicios, que impiden el cumplimiento de las actividades esenciales y normales de la sociedad.

Prevención: Hace referencia a la reducción de los riesgos, ya sean estos naturales o inducidos por el hombre (Por ejemplo, evitar la disposición de residuos peligrosos en las áreas para residuos ordinarios).

Mitigación: Consiste en la reducción de la vulnerabilidad mediante la adopción de medidas estructurales (que requieren técnicas elaboradas: diques, presas, etc.) y no estructurales (normas reguladoras de la conducta humana como por ejemplo programas de capacitación en manejo ambiental).

Preparación: Se refiere a las medidas que se adoptan para reducir al máximo la duración del periodo de emergencia post desastre y, en consecuencia, acelerar el inicio de la etapa de rehabilitación y reconstrucción. Busca, igualmente, reducir la

magnitud del sufrimiento individual y colectivo, así como el traumatismo económico e institucional.

Tabla 23 *Eventos Y Escenarios De Ocurrencia De Contingencias*

Evento	Escenario	Elementos afectados
Fuga de lixiviados hacia el subsuelo Descarga de contaminantes hacia los cuerpos de agua	Contaminación del suelo	Suelo
Generación de olores	Área de influencia directa del proyecto.	Familias presentes en el área de influencia directa
Desestabilización de taludes.	Zona de disposición de residuos y planta de tratamiento de lixiviados.	Recursos hídricos superficiales Recurso suelo Recurso biótico (vegetación y fauna)
Derrame de sustancias deletéreas	Toda el área de construcción y operación del relleno.	Recurso suelo
Incendios y/o explosiones	Toda el área de construcción y operación del relleno.	Recurso biótico (vegetación y fauna)
Accidentes operacionales	Todo el área del relleno	Comunidad vinculada a la obra
Sequías	Toda el área del proyecto	Recurso biótico (vegetación y fauna)
Pérdida de equipos y maquinaria	Toda el área del proyecto	Proyecto

Cese de actividades	Toda el área del relleno	Proyecto
Proliferación de plagas	Toda el área del relleno	Infraestructuras administrativas del Proyecto

Fuente: Autores, 2020

- Probabilidad de ocurrencia: la probabilidad de ocurrencia se calificó bajo los siguientes criterios:

Alta: cuando la relación proyecto-ambiente determina una alta posibilidad de ocurrencia del evento contingente.

Media: cuando se tienen factores que no permiten establecer con seguridad que el evento contingente se presentará.

Baja: cuando las condiciones que se requieren para que el evento contingente se presente son de difícil ocurrencia.

- Intensidad: se califica de la siguiente manera:

Baja: aquella que causa un deterioro mínimo en el ambiente y que puede ser atendido y recuperado fácilmente.

Media: aquella que causa deterioros serios al ambiente y que precisa de medidas correctoras para su atención y recuperación.

Alta: aquella que causa daños casi irreparables al medio ambiente.

- Duración: los criterios de calificación de este parámetro son:

Corta: cuando la emergencia generada por el evento contingente dura menos de 24 horas.

Mediana: cuando la emergencia tiene una duración de entre uno y tres días.

Larga: cuando la emergencia tiene una duración mayor a tres días.

El Tabla No. 24 presenta la calificación de las amenazas identificadas para el relleno de Becerril. Se considera que otros tipos de amenazas, o no existen o tienen una muy baja probabilidad de ocurrencia, por lo cual no se han considerado.

Tabla 24 Calificación de Amenazas

Amenaza	Probabilidad de ocurrencia	Intensidad	Duración
OPERACIONALES			
Fallas en el sistema de impermeabilización	Baja	Media	Larga
Fallas en el sistema de tratamiento de lixiviados	Baja	Media	Mediana
Aumento de la producción de lixiviados	Baja	Media	Corta
Sobrecarga de lagunas facultativas	Baja	Alta	Corta
Operación deficiente del relleno	Baja	Baja	Larga
Presiones internas en el relleno	Baja	Media	Larga
Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias	Media	Baja	Corta
Aumento en la concentración de gases	Baja	Media	Larga
Deficientes prácticas laborales	Media	Baja	Larga
Caída de personas en lagunas facultativas	Baja	Alta	Corta
Fallas en el equipo de suministro de agua	Baja	Alta	Corta
Deficiencia en la cobertura de los residuos	Baja	Media	Larga
NATURALES			
Encharcamientos por agua lluvia	Media	Alta	Media
<i>Altas temperaturas</i>	Media	Alta	Larga
EXÓGENOS			
Asaltos y/o robos	Media	Media	Media
Huelgas	Baja	Alta	Larga
Sabotajes	Alta	Alta	Media

Fuente: Autores. 2020

Estimación de Vulnerabilidad

Teniendo en cuenta que el término vulnerabilidad se refiere al “nivel o grado al cual un sujeto o elemento expuesto puede verse afectado cuando está sometido a una amenaza, donde el sujeto amenazado es aquel que compone el contexto social o material de una comunidad, como los habitantes y su propiedad, los servicios públicos, etc”, la vulnerabilidad de los recursos socioambientales presentes en el área de influencia del proyecto se calificó de la siguiente manera.

-Alta: cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es muy baja para asumir el evento contingente y por tanto supone serias afectaciones en su funcionamiento, ocasionando incluso su desaparición en la zona afectada si las medidas que se implementen no son suficientes y eficaces.

-Media: cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales permite asumir de manera parcial el evento contingente, siendo necesario el suministro de apoyo para recuperar su normal funcionamiento.

-Baja: cuando la capacidad de respuesta de la comunidad y los elementos ambientales es tal que las prácticas de recuperación son mínimas y poco exigentes.

Tabla 25 Calificación De Vulnerabilidad

Eventos	Elementos afectados	Vulnerabilidad
Fuga de lixiviados hacia el subsuelo	Recursos hídricos subterráneos	Baja
Descarga de contaminantes a los cuerpos de agua	Recursos hídricos superficiales	Baja
	Familias en el área de influencia directa	Media
Generación de olores	Familias en el área de influencia directa	Alta
	Recursos hídricos superficiales	Alta

Desestabilización de taludes	Recurso suelo	Baja
	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Baja
	Infraestructura asociada al proyecto	Media
Derrame de sustancias deletéreas	Recurso suelo	Alta
	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Baja
Incendios y/o explosiones	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Baja
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Media
Accidentes operacionales	Familias vinculada al proyecto	Baja
Sequias	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Alta
Pérdida de maquinaria y/o equipos	Proyecto	Baja
Cese de actividades	Proyecto	Baja
Proliferación de plagas	Recurso biótico (vegetación y fauna)	Media
	Familias asentadas en el área de influencia directa	Alta

Fuente: Autores, 2020

6.9.2 Establecimiento Y Jerarquización De Riesgos

Teniendo en cuenta que el riesgo hace referencia a la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad, se identificaron los niveles de riesgo, los cuales se presentan en la tabla 26.

Una vez establecidos los riesgos, se adelantó su jerarquización mediante la combinación de la calificación de las amenazas que dan lugar a los diferentes eventos contingentes y la vulnerabilidad de los elementos socioambientales presentes en el área de influencia del proyecto, de acuerdo con la siguiente metodología:

- Asignación de pesos de calificación a los criterios de calificación. Esto se adelantó de acuerdo con los valores que se presentan en el siguiente cuadro, y que fueron establecidos con base en la experiencia del grupo de profesionales participantes en el estudio y la literatura especializada.

Tabla 26 Identificación Y Calificación De Amenazas Y Vulnerabilidades

Amenaza	Baja	2
	Media	3
	Alta	4
Intensidad	Baja	2
	Media	3
	Alta	4
Duración	Corta	2
	Mediana	3
	Larga	4
Vulnerabilidad	Baja	2
	Mediana	3
	Alta	4

Fuente: Autores, 2020

Definiendo el riesgo como el producto de la amenaza por la vulnerabilidad se tiene:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

Para lo cual se establecen los siguientes rangos de jerarquización

Tabla 27 Jerarquización De Riesgos

Rango (amenaza * vulnerabilidad)	Tipo de riesgo
Menor de 24	Mínimo
Entre 24 y menor de 108	Medio
Mayor o igual a 108	Máximo

Fuente: Autores, 2020

En estrategias de respuesta se presenta un consolidado de la identificación y calificación de amenazas y vulnerabilidades, así como una jerarquización de riesgos, de los cuales se puede concluir lo siguiente:

- Las amenazas que generan riesgos máximos a la cobertura vegetal, los cuerpos de agua y la infraestructura del proyecto por la ocurrencia de encharcamientos por aguas lluvias. No obstante, esta amenaza es común cualquiera sea la localización de un relleno en el departamento del Atlántico, ya que está ligada al régimen de lluvias principalmente.
- En general el proyecto está sometido a un riesgo medio que afecta la totalidad de los componentes ambientales debido a la mala operación potencial del relleno, aumento de la presión de poros en el interior de la masa de residuos, manipulación ineficiente de sustancias, concentración de gases en el ambiente, fallas en el suministro de agua, huelgas, sabotajes, asaltos, robos y deficiente cobertura de los residuos. Como se aprecia, estas contingencias se pueden minimizar con una buena operación del relleno y

una adecuada gestión con las familias afectadas directa o indirectamente por el proyecto.

- Las amenazas mínimas que afectan la calidad de agua, la cobertura vegetal y las familias asentadas en el área de influencia directa del proyecto debido a prácticas deficientes de operación del relleno, deficiente manipulación de sustancias y accidentes operacionales.

6.9.3 Estrategias de respuesta

A continuación, se presentan las medidas que se deben implementar para la atención de los diferentes eventos contingentes identificados para el proyecto.

6.9.3.1 Fuga de lixiviados hacia el subsuelo

- Características del evento

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de impermeabilización
- Riesgo: Contaminación de aguas subterráneas
- Jerarquización del riesgo: Medio
- Elementos afectados: Recursos hídricos subterráneos

6.9.4 Estrategias de respuesta

Medidas Preventivas

- Terminadas las labores de excavación, verificar que no existen elementos cortopunzantes que puedan ocasionar el deterioro de la geomembrana.
- Instalar la geomembrana siguiendo de manera precisa las recomendaciones dadas por el fabricante, teniendo especial cuidado con lo relacionado a traslapos de la misma.
- Desarrollar de manera precisa el plan de monitoreo diseñado, para controlar la presencia de cargas contaminantes en aguas subterráneas.

Medidas De Contingencia

- Una vez detectada la presencia de cargas contaminantes en aguas subterráneas, establecer la posible ubicación de la falla en el sistema de impermeabilización (área de revisión), mediante comparación de las características reportadas para cada pozo de monitoreo.
- Adecuar un sitio para la disposición de los residuos en descomposición a ser removidos del área de revisión.
- Realizar las labores de excavación, disposición y cobertura de residuos removidos dentro del menor tiempo posible, optimizando equipos, personal y material disponible.
- Cambiar el área afectada de la geomembrana, verificando que se haga dentro de los parámetros para ello establecidos, de forma tal que una vez se finalice esta labor el área intervenida quede habilitada para la disposición de nuevos residuos.
- El monitoreo de aguas subterráneas debe continuarse durante toda la emergencia, con el fin de descartar posibles puntos múltiples de fuga de lixiviados.

Apoyo Logístico

- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Corpocesar
- Fabricante y proveedor de la geomembrana

Equipos Y Recursos Necesarios

- Equipo de excavación
- Equipo de compactación
- Material de cobertura
- Herramienta de mano

- Dotación de seguridad industrial

6.9.4.1 Descarga de aguas contaminadas a los cuerpos de agua

- Características del evento:

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de tratamiento de lixiviados, aumento en la producción de lixiviados y sobrecarga de lagunas facultativas
- Riesgo: Contaminación de recursos hídricos superficiales, afectación de familias asentadas en el área de influencia, directa y afectación de recursos bióticos.
- Jerarquización del riesgo: Medio para los tres componentes ambientales afectados

- Estrategias de respuesta

Medidas Preventivas

- Desarrollar de manera precisa el plan de monitoreo diseñado, para controlar calidad de los vertimientos de agua descargados a los cuerpos de agua superficiales.
- Adelantar el programa de limpieza y mantenimiento de las estructuras involucradas dentro de la planta de tratamiento de lixiviados, con el fin de evitar colmatación y por tanto fallas en el sistema de tratamiento y posibles sobrecargas.
- Inspeccionar de manera periódica el estado y funcionamiento de los sistemas de manejo de aguas lluvias.
- Verificar la magnitud del caudal de manejo y el nivel de agua de las lagunas facultativas una vez ocurran episodios de lluvias torrenciales que puedan ocasionar picos en la producción de lixiviados.

Medidas De Contingencia

- Verificar el correcto funcionamiento de las estructuras de manejo de aguas lluvias con el fin de descartar taponamientos o aplastamientos de tuberías de recolección y conducción.
- Llevar a cabo labores de limpieza o remoción de sólidos de todas las unidades de la planta de tratamiento, especialmente de los UASB y lagunas facultativas.
- Abrir compuerta de la unidad de retención de partículas gruesas (desarenador) que se encuentre inactiva (simulación tanque de almacenamiento) para aliviar la carga de los reactores.
- Recircular el caudal de salida de las lagunas facultativas, hasta obtener condiciones óptimas de salida para descarga a cuerpos de agua.
- En caso de fallas graves se deberá implementar tratamiento mediante plantas compactas.
- Proveer a las familias afectadas el suministro de agua potable.
- Iniciar los estudios hidrobiológicos y de calidad de agua para determinar la magnitud de la afectación de la calidad del agua e iniciar medida de recuperación del caso.

Apoyo Logístico

- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Corpocesar
- Empresas Públicas de Becerril

Equipos Y Recursos Necesarios

- Equipo de inspección de filtros y sistemas recolectores
- Equipo de limpieza manual
- Herramienta de mano

- Sistemas de tratamiento compactos de aguas residuales

6.9.5 Generación De Olores

- Características del evento:

- Amenaza generadora: Fallas en el sistema de tratamiento y Concentración de gases en el ambiente
- Riesgo: Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa.
- Jerarquización del riesgo: Medio

- Estrategias De Respuesta

Medidas Preventivas

- Adelantar la cobertura de los residuos en el menor tiempo posible.
- Verificar de manera periódica las condiciones de flujo del caudal de lixiviados bajo tratamiento.
- Verificar de manera periódica las condiciones dentro del digester con el fin de mantener el manto de lodos en activación constante y evitar la formación de canales y puntos muertos.
- Mantener en buenas condiciones la cubierta del lecho de secado de sólidos.
- Verificar de manera periódica el estado de las líneas de conducción de biogas a los quemadores.
- Verificar el adecuado funcionamiento de la zona de infiltración - oxidación del pozo séptico.
- Disponer los lodos ya secos dentro del menor tiempo posible.

Medidas De Contingencia

- Emplear desodorantes industriales para mitigar olores.
- Establecer la fuente de emanación de olores.

- Eliminar puntos muertos y de estanqueidad en las unidades de operación, ajustando condiciones de flujo.
- Incrementar la tasa de suministro de gas a los quemadores.
- Si el tamaño de la fuente de emanación lo permite, crear puntos de absorción de olor, mediante la suspensión de bolsas rellenas de carbón activado.
- Realizar labores de limpieza de las líneas de conducción con el fin de eliminar posibles obstrucciones que generen puntos muertos.
- **Sellar puntos de fuga de biogás.**

Apoyo Logístico

- Corpocesar
- Firma operadora del relleno
- Ministerio del Medio Ambiente
- Secretaría de Salud de Becerril

Equipo Y Recursos Necesarios

- Equipo de bombeo y limpieza
- Herramienta manual
- Equipo muestreo de gases

6.9.5.1 Desestabilización de taludes (en el relleno y en los terrenos)

Características del evento:

- Amenaza generadora: Operación deficiente del relleno, Aumento de presiones internas del relleno y Encharcamientos

- Riesgo: Afectación de recursos hídricos superficiales, Afectación de recursos bióticos (vegetación y fauna), Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa, Afectación de la infraestructura asociada al proyecto.
- Jerarquización del riesgo : El riesgo generado por el aumento de las presiones internas del relleno por inundaciones es máximo, mientras que el riesgo por las demás amenazas es medio

- Estrategias De Respuesta

Medidas Preventivas

- Adelantar la operación de relleno de acuerdo con los diseños (corte, altura de celdas, espesores y compactación de material de cobertura, construcción de chimeneas y filtros para captación de lixiviados, etc.).
- Verificar continuamente que los diseños estén acordes con la realidad encontrada en campo, con el fin de adelantar las modificaciones que sean del caso.
- Adelantar el seguimiento del movimiento del relleno mediante la instrumentación del caso (inclinómetros).
- Verificar los caudales de lixiviados generados con el fin de determinar posibles reducciones que indiquen almacenamiento dentro del relleno.
- Lavar periódicamente los filtros recolectores de lixiviados para evitar posibles taponamientos.
- Verificar que se esté adelantando la adecuada evacuación de gases a través de las chimeneas.
- Empradizar los taludes en el menor tiempo posible.
- Adelantar el mantenimiento preventivo de toda la infraestructura asociada al proyecto (canales interceptores de aguas lluvias, vías, cobertura vegetal, sistema de tratamiento, etc.).

Medidas De Contingencia

- Se controlarán los fenómenos geomorfodinámicos tales como remoción de masa mediante las técnicas diseñadas para tales fines (trinchos, zanjas de coronación de taludes, cunetas, revegetalización, etc).
- En caso de taponamiento de filtros de lixiviados se adelantará su lavado inmediato para garantizar las condiciones de flujo contempladas en el diseño.
- En caso de imposibilidad de evacuación de gases por ventilación natural, se deben promover ventilación forzada para evacuar los gases, si es del caso se construirán chimeneas en puntos estratégicos para facilitar la evacuación de los gases.
- En caso de deslizamiento de residuos ya dispuestos se dará aviso inmediato a Corpocesar para coordinar las actividades del caso, las cuales deben incluir como mínimo: destaponamiento inmediato de cuerpos de aguas y vías para tránsito vehicular, fumigación de los residuos para evitar la propagación de enfermedades y evacuación de familias presentes en el área de influencia del deslizamiento.

Apoyo Logístico

- Firma operadora del relleno
- Comités regionales y locales para la Prevención y Atención de Desastres
- Corpocesar
- Policía Nacional
- Defensa Civil
- Cruz Roja
- Alcaldía Mayor de Becerril

Equipos y Recursos Necesarios

- Equipo de perforación
- Equipo de excavación y movimiento de tierras
- Polietileno

- Equipo de compactación
- Herramienta manual
- Apoyo aéreo para fumigación

6.9.5.2 Derrame De Sustancias Deletéreas

- Características del evento:

- Amenaza generadora: Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias
- Riesgo: Contaminación del suelo
- Jerarquización del riesgo: Medio

- **Estrategias de respuesta**

Medidas Preventivas

- Revisión permanente del estado de los sistemas de almacenamiento de sustancias deletéreas.
- Adelantar el almacenamiento de las sustancias de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- El sitio de almacenamiento de combustibles y lubricantes se confinará por medio de un dique de contención perimetral que permita la contención de por lo menos el 110% del volumen almacenado.
- Los recipientes de almacenamiento de combustibles y lubricantes se dispondrán de manera horizontal soportados sobre estructuras resistentes. Esto con el objeto de detectar más fácilmente posibles fugas.
- El suministro de combustible a la maquinaria y equipos se deberá adelantar mediante bombas manuales, por ningún motivo se permitirá el empleo de embudos o cualquier otro medio que no sea seguro.
- Revisión permanente del estado mecánico de los equipos y maquinaria

Medidas de Contingencia

- En caso de un evento de esta naturaleza se informará inmediatamente a las autoridades competentes.
- Como primera medida se determinará el sitio del cual se está generando la fuga y se procederá de inmediato a su control.
- Una vez identificado el sitio del siniestro se confinará el sitio donde se presentó el derrame.
- En caso de que el contaminante sea líquido se retirará la parte del suelo afectada, se encapsulará y dispondrá en el sitio de relleno.

Apoyo Logístico

- Firma operadora del relleno
- Corpocesar
- Policía Nacional

Equipos y recursos necesarios

- Herramienta manual
- Estopa, sacos de arena, aserrín
- Material impermeable

6.9.5.3 Incendios Y Explosiones

- Características del evento:

- Amenaza generadora: Deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias concentración de gases en el ambiente.
- Riesgo: Afectación de recursos bióticos (Vegetación y fauna) y Afectación de familias asentadas en el área de influencia directa.
- Jerarquización del riesgo: El riesgo por la deficiente manipulación y almacenamiento de sustancias es mínimo, mientras que el derivado de la concentración de gases es medio

- Estrategias de respuesta

Medidas preventivas

- Verificar de manera periódica las condiciones bajo las cuales se almacenan las sustancias comburentes, con el fin de determinar necesidades de ventilación.
- Verificar periódicamente un adecuado mantenimiento de equipo y maquinaria.
- Verificación permanente de las condiciones de operación y estado físico de las chimeneas de salida de gases.
- Se deberá monitorear periódicamente la presencia de gases en el ambiente, con el fin de evitar concentraciones excesivas.
- Verificación de las condiciones de operación de los UASB (salidas de biogás) para determinar concentraciones excesivas de gas.
- Verificación permanente del estado de las líneas de conducción de biogás
- Verificación de condiciones de operación de quemadores de gas.

Medidas de contingencia

- En caso de determinarse concentraciones de gases por encima de los umbrales permitidos se deberá comunicar inmediatamente a los organismos de apoyo presentes en la zona del proyecto y a evacuar la comunidad, el personal y la maquinaria vinculado al proyecto que pueda verse en peligro.
- Posteriormente a la evacuación de personas y maquinaria se procederá a determinar los métodos para disipar el gas sin que estos puedan causar problemas a las familias asentadas en cercanías al proyecto.
- En caso de incendios se deberá aislar las posibles fuentes de conflagración y/o propagación mediante el retiro de material comburente.

- Si el incendio es el relleno sanitario se procederá en el menor tiempo posible a sofocar las llamas con material de cobertura, si esto no es posible se emplearán extintores de polvo químico seco.
- Una vez controlada la emergencia se procederá a evaluar el estado final de la infraestructura con el fin de determinar las necesidades de reparaciones y restricciones.

Apoyo logístico

- Firma operadora del relleno
- Comités Regionales y Locales para la Prevención y Atención de Desastres
- Corpocesar.
- Policía Nacional y Defensa Civil
- Cruz Roja
- Corregimiento de Pasacaballos

6.9.6 Accidentes operacionales

- Características del evento

- Amenaza generadora: Deficientes prácticas laborales
- Riesgo: Caída de personas en lagunas facultativas y Afectación de la salud humana.
- Jerarquización del riesgo: La caída de personas en las lagunas es mismo, mientras que las deficientes prácticas laborales presenta un riesgo miedo.

- Estrategias de respuesta

Medidas preventivas

- Capacitar continuamente al personal vinculado al proyecto en las normas de higiene y seguridad industrial para el manejo y disposición de residuos sólidos mediante la técnica de relleno sanitario.

- Señalizar claramente las áreas de trabajo, de manera que permita captar el mensaje y adoptarlo.
- Suministrar la dotación de seguridad de trabajadores, guantes, botas de con puntera de acero, overoles de tela gruesa, casco, etc.
- Capacitar a la totalidad de los operarios del relleno, administrador y jefes de sección, en técnicas de primeros auxilios.

Medidas de contingencia

- Retiro del operario o persona del sitio del accidente si la naturaleza de este lo permite.
- Suministro de primeros auxilios de acuerdo con el programa adoptado para el proyecto.
- Determinación del estado de conciencia del operario.
- En caso de considerarlo necesario, se deberá remitir el operario a centros asistenciales de Becerril.

Apoyo Logístico

- Operarios capacitados para suministro de primeros auxilios
- Hospitales de Becerril

Equipos y recursos necesarios

- Botiquín de primeros auxilios
- Camilla
- Vehículo de emergencias

6.9.7 Sequías

- Características del evento

- Amenaza generadora: Altas temperaturas y fallas en el equipo de suministro de agua.

- Riesgo: Pérdidas de la cobertura vegetal
- Jerarquización del riesgo: Máximo en el caso de altas temperaturas y medio en el caso de fallas en el equipo de suministro de agua

- Estrategias de respuesta

Medidas Preventivas

- Implementar y ejecutar de manera periódica un programa de mantenimiento de los equipos de riego.
- Inspeccionar con frecuencia el estado de la cobertura vegetal implantada.

Medidas De Contingencia

- Identificar el punto de falla o avería en el sistema de suministro de agua a las instalaciones del proyecto.
- Cambiar y/o reparar la parte del sistema de suministro de agua que esté fallando.
- Dado el caso, programar jornadas de riego con equipo portátil, mediante el suministro de agua a las instalaciones del relleno por medio de carrotanque.

Apoyo Logístico

- Firma operadora del relleno
- Empresas Públicas de Becerril

Equipos y recursos necesarios

- Herramienta manual
- Carrotanque
- Equipos portátiles para riego

Tabla 28 Laguna de evaporación de lixiviados

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-Rotura de geomembranas en las zonas de pondaje y canales de escorrentías	-Realizar el vaciado del tanque y utilizar un tanque alternativo hasta su reparación
-Disposición de lodos	-Disponer de lodos en el relleno sanitario

Fuente: Autores, 2020

Tabla 29 Drenaje de lixiviados

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Obstrucción de filtros	Identificar la zona de taponamiento y proporcionar drenaje perimetral alternativo por medio de canales abiertos. Luego de este se procede a la reparación si es posible.
Obstrucción de emisario final de pondajes	Excavar y construir desvíos provisionales en tubería, a través de estos conducir los lixiviados a los pondajes. Después de esto se identificara el punto de rotura y se procederá a repararlo.
Obstrucción de emisario final de pondaje	Construcción de desvíos provisionales por medio de tubería con lo que se realiza la conducción de lixiviados hacia el pondaje, luego se procederá a realizar un sondeo a lo largo de la tubería para hallar el punto de obstrucción y así realizar el destaponamiento. Si por medio del sondeo no se logra remediar el

	problema, se hará necesario cambiar el tramo de la tubería donde se presenta la obstrucción.
--	--

Fuente: Autores, 2020

Tabla 30 Manejo de residuos

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-Daño en la maquinaria (compactador, buldozer, etc.)	Adecuar una zona de descargue provisional mientras se reemplaza el equipo.
-Presencia de vectores	Verificar la cobertura inmediata de la celda diaria.
-Deficiencia en compactación	Inspeccionar los posibles sitios donde esté ausente el material de cobertura.
	Verificar volúmenes, en caso de hallarlos, proceder a redistribuirlos y recompactarlos.

Fuente: Autores, 2020

6.9.8 Vías de acceso

Accesos y circulación internos: Para el trazado de las vías internas se tendrán en cuenta las dimensiones de las celdas y la conformación de plataformas, la forma de operación y las condiciones climáticas, para garantizar así la recepción de residuos bajo cualquier condición ambiental. Se concibe el diseño de vías temporales para facilitar el acceso a los frentes de trabajo e ir avanzando en el lleno, sobre la conformación de las celdas y a su vez, de las plataformas, tanto en los niveles más inferiores, sobre los cuales se contempla la ubicación del sistema de captura, drenaje y conducción de los lixiviados.

Las vías internas cumplirán con las siguientes especificaciones:

- Permitir la doble circulación de los vehículos recolectores hasta el frente de trabajo del relleno sanitario.
- Tener los radios de giro y pendientes adecuadas.

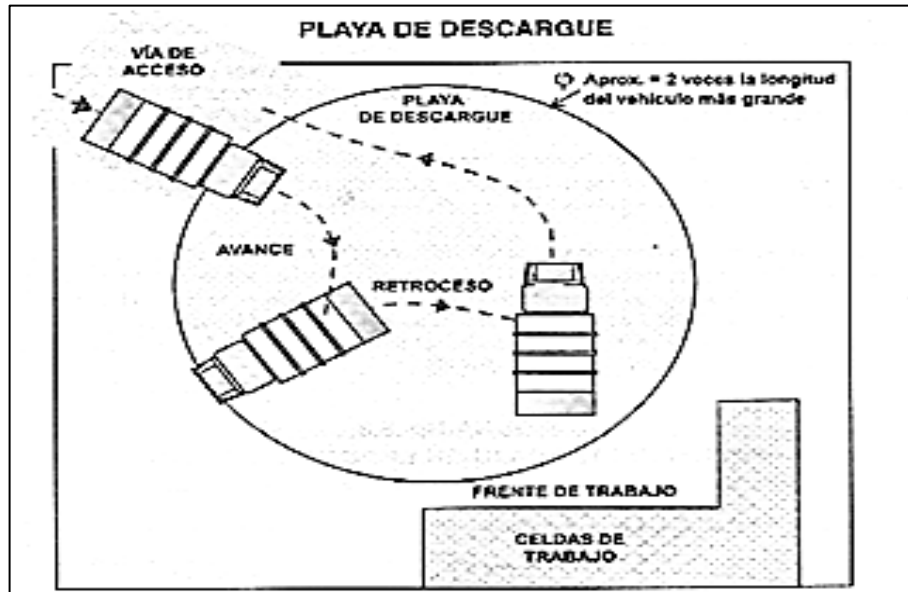


Figura 13 Playa De Descarga En El Frente De Trabajo Del Relleno Del Relleno Sanitario.

Vías Externas: La vía externa con que se cuenta para acceder al Relleno Sanitario es la que comunica al municipio de Becerril con el municipio de La jagua de ibirico. Esta vía cumple con las siguientes condiciones:

- El acceso al relleno sanitario es por una vía pública.
- Su trazado es permanente.
- La vía es una carretera pavimentada en asfalto

Para el diseño vial se partió de los siguientes criterios y consideraciones básicas:

Tránsito Promedio Diario: Se estima que hacia el final del período de diseño se tendrá un ingreso inicial de 20 t/día de residuos sólidos. Si se consideran vehículos con capacidad media de 6 a 8 toneladas.

Tipo de vía: La topografía se puede calificar plana. Se recomienda en la literatura un tipo de vía de dos carriles, con superficie de rodadura en afirmado, hasta donde sea posible desde el punto de vista económico y haya disponibilidad de recursos.

Ancho de banca: Se decidió tomar un ancho de banca de 8.0 m que servirá para facilitar la circulación en las dos direcciones de camiones con residuos o con materiales para cobertura, o vehículos pesados típicos para construcción de obras. Este ancho incluye la berma y la cuneta, en los puntos en que se necesiten.

Velocidad de diseño: Por las características topográficas y las del proyecto, se toma una velocidad de diseño como parámetro básico de diseño entre de 20 y 30 km/h.

Radio mínimo de curvatura horizontal: no se esperan limitaciones de tipo espacial, ni topográfico, se estiman radios de curvatura horizontal mayores a 15 m.

Bombeo y peralte: L pendiente transversal de la vía o bombeo de la calzada, adoptado es del 3%. El peralte máximo, de acuerdo con el radio de curvatura y la velocidad de diseño es de 6%.

Sobreancho: Se tuvo en cuenta en el diseño un sobreancho estimado de 3.0 m. en las curvas, aunque no se prevé dificultades en la visibilidad y tránsito en el lugar.

Afirmado: Hasta donde sea económicamente posible y necesario, se sugiere afirmado con espesor de 0.40 m colocado sobre geotextil tejido.

Curvas verticales: No se prevén curvas verticales, dadas las condiciones topográficas, las bajas velocidades y los tramos cortos de vía.

Diseño de vías a cargo del operador

De acuerdo con la actividad de construcción, el Operador construirá vías temporales para facilitar sus labores.

Cunetas De Las Vías Del Relleno

Para el control efectivo de los drenajes en la vía se tienen proyectadas una serie de cunetas cuyas especificaciones serán acordes a lo estipulado por el Ministerio del Transporte en lo que se refiere a este tipo de obras. A continuación se detalla su diseño.

- Tipo de cunetas: Cunetas Trapezoidal.
- Ancho total: 0,40 mts
- Altura total: 0,60 mts
- Talud: 1 V: 1.5 H
- Materiales: hormigón de f_c 2500 psi, material granular

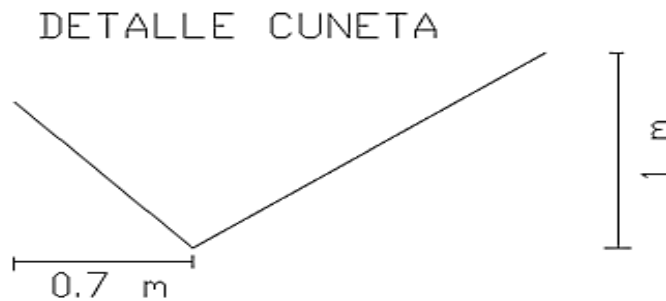


Figura 14 Cuneta De Las Vías Del Relleno

Fuente: Autores, 2020

Tabla 31 Cobertura fina

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-----------	------------

-Agrietamiento	-Verificar la compactación y espesor de la cobertura final, adicionalmente proporcionar material para sellado.
-Excesiva resequedad e inicio de procesos erosivos.	-Adelantar en forma rápida el proceso de reposición vegetal.

Fuente: Autores 2020

Sistema de evaporación de gases

Tabla 32 Sistema de evaporación de gases

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-Caída de gaviones	-Verificar que la unión entre gaviones sea lo suficiente fuerte
-Exposición	-Verificar con plomada la verticalidad de la chimenea en construcción.
	-Verificar la estabilidad de la base de la chimenea al iniciar su construcción.
	-Buscar ayuda externa, reorganizar los RSU y recuperar las celdas.
	-Taponar la chimenea con tierra para que no entre oxígeno.

Fuente: Autores 2020

Cierre del botadero

Tabla 33 Cierre del botadero

PROBLEMAS	SOLUCIONES
-No se desarrolla la empradizarían.	-Aumentar la capa de limo orgánico, efectuar resiembra y abonar.

-Obstrucción de canales por crecimiento excesivo de vegetación.	-Realizar mantenimiento periódico de poda.
-Personas ajenas al relleno	-Ejecutar completamente el cerramiento e implementar un plan de vigilancia.

Fuente: Autores 2020

Ciertas actividades merecen una atención más detallada, además de lo relacionado anteriormente se especifica a continuación otros posibles hechos que representan una amenaza para la operación del proyecto.

6.9.9 Control de incendios

Se debe tener en cuenta que en el botadero hay gran cantidad de material con alto poder calorífico, fácilmente inflamable y explosivo, en ocasiones llegan residuos aun en combustión y otros residuos que se deben incinerar pero que por falta de presupuesto, técnica o por descuido también llegan al botadero, se debe tener en cuenta además que durante la degradación de la materia orgánica se produce gas metano inflamable.

Lo más importante para controlar los incendios es mantener un estricto control sobre los pequeños focos que se presenten y que se deben apagar prioritariamente.

Si se llegara a observar humo o una pequeña llama se debe apagar inmediatamente con lo cual se evitará un gran incendio.

Esta es una de las funciones del personal que trabajara en el botadero durante las etapas de clausura y post-clausura.

Los pasos a seguir para apagar los incendios que se pudieron llegar a presentar dentro del botadero son:

- Cubrir con abundante tierra (mínimo 80 cm por encima de las llamas).

- Compactar los residuos con un buldócer lo cual se debe realizar hasta tener certeza de que el humo que sale solo es vapor de agua, después una hora de la compactación inicial se debe volver a compactar para evitar futuros incendios.
- Estos focos de pequeños incendios se deben mantener bajo estricto control durante los días siguientes y cada vez que se observe humo repetir las operaciones anteriores.

6.9.10 Deslizamiento de taludes

Si se llegara a presentar este acontecimiento, se deben desarrollar los siguientes pasos:

- Acopiar los residuos nuevamente.
- Después se compactarán y cubrirán hasta que reciban el máximo de compactación, esto se logrará cuando la superficie de la basura no se deforme con el peso del equipo, y se le dará nuevamente el ángulo para la conformación de talud, previendo nuevos derrumbes; se deben determinar las razones por las cuales se dio el deslizamiento y corregirlas.

Riesgos naturales

Ante la eventualidad de lluvias intensas, que produzcan un alto grado de inundación, las medidas o acciones a adoptar son las siguientes:

- Cubrir la zona de operación de la celda para evitar su colmatación y eventual rebalse.
- Se deben abrir zanjas de desvío de las aguas de escorrentías superficiales para proteger la celda contra erosión.

En el caso de asentamiento que produzcan depresiones cóncavas o grietas, las medidas o acciones a adoptar son las siguientes:

- Se procederá a rellenar y compactar los sectores afectados.

- Se estudiarán las características de las deformaciones con el fin de prever movimientos posteriores

7 CONCLUSION

Al realizar el diagnóstico y evaluación de la disposición final de los residuos sólidos del municipio de Becerril, Cesar; fue posible diseñar una serie de alternativas para la restauración ambiental y paisajística del botadero a cielo abierto a través de la presente investigación que arrojó las siguientes conclusiones:

- Se logró determinar en el diagnóstico del estado inicial del sitio para la disposición final de residuos sólidos que las comunidades cercanas al botadero presentar afectaciones de salud por el botadero; de igual forma la contaminación del suelo, aire, fuentes hídricas, daños en los ecosistemas, y deterioro de la flora es totalmente visible ante la observación en el lugar del actual botadero a cielo abierto por lo que se hace necesario tomar medidas al respecto.
- En el estudio geotécnico se interpretó que el material predominante en los estratos estudiados se clasifican como: arena Limosa SM y No se encuentra Nivel freático en el subsuelo. las propiedades físico mecánicas de los estratos encontrados se consideran adecuadas para cimentar estructuras.
- Mediante el estudio geotécnico se concluyó que la muestra No.1 tiene el mayor porcentaje en arena Limosa SM, que fue de 5.4%, y sucesivamente en las demás muestra cómo se va bajando el porcentaje de 5.35% a 5.3%. y

se pudo establecer las condiciones topográficas del terreno, para así formular los diseños pertinentes para el diseño de alternativas de restauración.

- A través del diagnóstico general y técnico del botadero se logró identificar el porcentaje negativo de los impactos generados por la mala disposición de los RS, igual la inadecuada gestión del municipio de Becerril. Por medio de la matriz de Leopold se encontró que el impacto negativo generado por el botadero comprende al componente Abiótico con el 31%, el componente biótico 25% y socioeconómico 17% siendo los mayores impactos negativos encontrados.
- Al diseñar las alternativas para la restauración ambiental y paisajística del botadero a cielo abierto se pudo determinar que la más viable técnica, económica y ambientalmente es: “plantear la construcción de una celda de saneamiento para disponer los residuos dispersos en el mismo sitio utilizado como botadero a cielo abierto” ya que esta implica construcción de una celda de disposición final en el sitio utilizado como botadero a cielo abierto, esta alternativa resulta más económica ya que el costo que representa ejecutar esta obra es sumamente bajo en comparación a las demás alternativas, además los impactos que se presenten durante y después de la ejecución de las obras, serán mitigados y corregidos con canales perimetrales, chimeneas para el manejo de gases, filtros para la recolección de los lixiviados, laguna de evaporación de lixiviados, entre otros.
- En relación a las medidas de manejo ambiental, se pudo establecer los programas de acuerdo a los términos de referencia dados por la autoridad ambiental en las diferentes actividades del proyecto en consonancia con los impactos generados; estos fueron establecidos de acuerdo a los temas dados por la CAR.

- Se logró definir mejoras en las acciones para la corrección de impactos negativos que se han causado a través de los años en el área de influencia del botadero a cielo abierto, con los diferentes programas, proyectos y actividades que se definieron en la presente investigación.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda cumplir a cabalidad el plan de manejo ambiental, Plan de seguimiento, monitoreo y Plan de contingencia
- Realizar vigilancia correspondientes al plan de seguimiento y monitoreo en relación al cumplimiento de los indicadores propuestos para su verificación, determinando el nivel de contaminación cumpliendo con la normatividad legal y vigente en los diferentes componentes ambientales.
- Pavimentar la vía que conduce al botadero municipal, de esta forma se facilita el acceso al predio a las maquinarias, camiones recolectores de desechos, teniendo en cuenta que al no estar pavimentada se presta para aumentar más residuos en las vías como se observa en la imagen de la entrada del botadero en anexos fotográficos.
- Al momento de realizar la cobertura con geomembrana de la parte superior del botadero es aconsejable dejar el terreno en una forma cóncava para evitar acumulación de agua.
- Renovación de uniformes y equipos de protección personal a los recicladores ya que ellos ocupan en el diagrama de impacto No 1 un 26% de impacto ambiental.
- Registrar el cumplimiento de las medidas de mitigación e identificación de impactos enunciadas en el Plan de manejo Ambiental.

- Se recomienda que para excavaciones que no se superen la profundidad crítica evaluada ($H_c=1,47m$), se podrán realizar las excavaciones sin utilizar ningún tipo de contención y con taludes verticales. De lo contrario se presentarán pequeños derrumbes que se empeorarán con el paso de los días.

- Es recomendable realizar una segunda caracterización de los residuos sólidos generados en el botadero a cielo abierto del municipio de Becerril-Cesar, teniendo en cuenta aspectos tales como el aumento de población, aumento de los residuos generados, convalidación de datos de la primera caracterización.

- Prohibir el ingreso de niños y mujeres en embarazo ya que el estado actual del botadero constituye un alto riesgo para la salud y seguridad de personas vulnerables a este caso, solo deberían entrar personas responsable y usando siempre elemento de protección personal.

- Socializar con la comunidad vinculada al proyecto, avances, beneficios de estas alternativas para la clausura y restauración del botadero a cielo abierto del municipio de Becerril.

- Capacitar al personal que realiza sus actividades en el Botadero en temas de seguridad, salud ocupacional y concientización ambiental.

- Concientizar a la comunidad del municipio de Becerril sobre las tres 3R que son reducir, reutilizar y reciclar

- Es necesario que se desarrolle, principalmente en los jóvenes y niños la conciencia ambiental para que toda la comunidad se haga participe de una buena gestión de residuos sólidos, es necesario que se ejecuten principalmente los programas de educación ambiental, que se debe empezar por las instituciones educativas para así promulgar un ambiente sano.

- Es importante desarrollar estrategias interinstitucionales y procesos de gestión educativa y comunitaria, vinculando a estudiantes, docentes y personal de los Colegios, corporaciones e Instituciones a la solución de problemas ambientales, mediante la gestión y educación ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

(s.f.). *lavozdelpitic*, 2019.

Alarcon , R. A. (2011). *Plan de cierre y clausura botadero a cielo abierto- municipio de la salina- Casanare*. Casanare, Colombia.

Becerril, A. d. (2019). *Alcaldia del municipio de Becerril*.

CETESB. (Noviembre de 1982). *Recuperación de gas metano de relleno sanitario*.

Colombia, G. (2020).

CONAMA. (26 de julio de 2006). *Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile* .
Obtenido de <http://www.conama.cl/rm/568/propertyvalue-729.html>.

Echeverri , O., & Gomez , E. (2011). *Geotecnia de rellenos sanitarios*.

(s.f.). *EOT del municipio Becerril- Cesar*. 2019.

(2020). *Gamin Colombia*.

Garcia, R. A. (2011). *plan de cierre y clausura botadero a cielo abierto - municipio de la salina Casanare*.

(2016). *gomez*.

GWNO. (2015). *Informe de Global Waste Management outlook*.

Jaramillo. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*.

Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.*

(2019). *lavozdelpitic.*

Lerma, H. (2003). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION, PROPUESTA, ATEPROYECTO, PROYECTO.* Obtenido de <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3244/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20PROPUESTA%20ANTEPROYECTO%20Y%20PROYECTO.pdf>

MINAN. (2017). Obtenido de [Sesion_5_Primary_Grado_6_RESIDUOS_SOLIDOS_ANEXO4.pdf](#)

Ojeda, L., & Quintero, W. (2008). *Generación de residuos sólidos domiciliarios por periodo estacional: el caso de una ciudad Mexicana. I Simposio iberoamericano de Ingeniería de Residuos.*

(s.f.). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS – Becerril – Cesar.*

(s.f.). *Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PGIRS – Becerril – Cesar, 2015.*

Quispe, Y., Rubén, A., Nuñez, M., & Sánchez, W. (2018). *Propuesta de mejora del plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos de la Provincia de San Miguel-Cajamarca.* San Miguel Cajamarca.

Ramos Sánchez, J. M. (2016). *el plan de cierre del relleno sanitario de MALLASA: evaluación y soluciones sobre contaminación de suelos mediante el uso de la lombricultura.*

Rugel, E. J. (2019). *“PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA EL CIERRE TÉCNICO CON CELDAS EMERGENTES DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO DE DESECHOS SÓLIDOS DEL CANTÓN SANTA LUCÍA.* Ecuador.

SAKURAI. (1980). *Diseño de zanja de intercepción. Nota Técnica. CEPIS. Lima, Perú.*

Salazar, L. (2009). *Tesis de grado Planes de manejo ambiental en clausura de botaderos a cielo abierto barranquilla.*

(s.f.). *Servicio geológico colombiano, 2019.*

(2015). *Topoequipos S.A.*

Urrego , C. A. (2017). *Carlos a. García Martínez, Carlos a. Urrego Mancilla (2015). Plan de cierre para el botadero a cielo abierto de residuos sólidos del municipio de Inírida – Guainía.* Inirida-Guania.

Vallejo, A. C., & Díaz, L. Y. (2017). *Propuesta para el diseño del nuevo relleno sanitario para el municipio de Aguachica, Cesar.* Bogota, Colombia.

ANEXOS

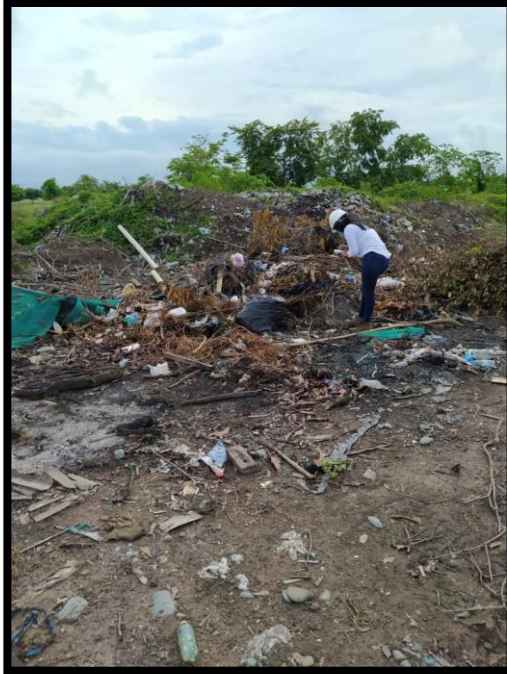
-Anexos Fotográficos

Entrada del Botadero a Cielo abierto del Municipio de Becerril- Cesar, en medio del reconocimiento del area de la zona de estudio se puede observar la falta de señalizacion, las vias no pavimentadas, la cantidad de residuos dispersos en la entrada y en todo el camino.





- Visitas y Trabajo de campo en el Botadero a cielo abierto del Municipio de Becerril.



- Personas en situación de calle exponiéndose al impacto ambiental que genera el Botadero.



✓ **Anexo de la cartera topográfica del Botadero a cielo abierto del
Municipio de Becerril.**


CARTERA DE COORDENADAS				
AÑO	2019			
DEPARTAMENTO:	CESAR			
MUNICIPIO:	BECERRIL			
RESPONSABLE:	ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE BECERRIL CESAR			
EQUIPO:	ESTACION TOPCON GTS 3000			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	1564513,75	1085725,17	98,664	VIA
2	1564514,31	1085721,54	98,581	VIA
3	1564505,3	1085723,59	98,003	VIA
4	1564499,76	1085721,76	97,681	VIA
5	1564501,29	1085717,68	97,717	VIA
6	1564495,15	1085720,26	97,266	VIA
7	1564497,27	1085713,44	97,371	VIA
8	1564487,03	1085718,11	96,703	VIA
9	1564496,61	1085706,43	97,442	VIA
10	1564477,79	1085717,38	96,477	VIA
11	1564493,13	1085705,06	97,762	VIA
12	1564466	1085715,56	96,369	VIA
13	1564486,69	1085712,88	96,887	VIA
14	1564456,72	1085714,31	96,307	VIA
15	1564449,63	1085713,29	96,323	VIA
16	1564478,89	1085712,93	96,602	VIA
17	1564496,07	1085696,85	97,988	VIA
18	1564499,23	1085699,92	97,888	VIA
19	1564505,16	1085692,68	98,124	VIA
20	1564504,5	1085711,86	98,58	LINDERO
21	1564502,04	1085689,74	98,088	VIA
22	1564510,62	1085683,01	98,308	VIA
23	1564512,68	1085686,51	98,246	VIA
24	1564518,26	1085674,91	98,782	VIA
25	1564521,42	1085676,25	98,741	VIA
26	1564525,19	1085664,12	98,918	VIA
27	1564528,54	1085665,74	98,905	VIA
28	1564534,57	1085650,85	98,92	VIA

CARTERA DE COORDENADAS				
AÑO:	2019			
DEPARTAMENTO:	CESAR			
MUNICIPIO:	BECERRIL			
RESPONSABLE:	ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE BECERRIL-CESAR			
EQUIPO:	ESTACION TOPCON GTS 3000			
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
29	1564537,13	1085651,62	98,797	VIA
30	1564546,57	1085637,1	98,768	VIA
31	1564535,49	1085659,93	99,008	LINDERO
32	1564526,82	1085673,57	98,95	LINDERO
33	1564523,03	1085682,32	98,947	LINDERO
34	1564475,8	1085697,38	97,133	AREACONS
35	1564489,06	1085701,53	97,761	AREACONS
36	1564492,5	1085691,43	97,672	AREACONS
37	1564499,34	1085675,78	97,925	LINDERO
38	1564493,65	1085674,05	97,767	LINDERO
39	1564484,67	1085670,9	97,634	LINDERO
40	1564504,76	1085678,43	97,774	PN
41	1564473,13	1085667,52	98,317	LINDERO
42	1564505,67	1085674,73	99,039	PN
43	1564502,43	1085668,67	98,971	PN
44	1564501,06	1085667,9	98,025	PN
45	1564504,11	1085665,36	98,839	PN
46	1564503,52	1085664,73	97,978	PN
47	1564506,79	1085665,47	98,634	PN
48	1564507,23	1085665,02	98,171	PN
49	1564507,17	1085668,81	98,833	PN
50	1564467,01	1085664,92	98,186	LINDERO
51	1564508,6	1085668,64	98,209	PN
52	1564509,56	1085672	98,716	PN
53	1564510,54	1085670,44	98,1	PN
54	1564514,46	1085669,48	98,423	PN
55	1564515,96	1085670,54	99,003	PN
56	1564514,7	1085672,76	99,053	PN

Fuente: Alcaldía del Municipio de Becerril-Cesar, 2019

- **Anexos del presupuesto del Botadero a cielo abierto del municipio de Becerril.**

A continuación se presentara el presupuesto teniendo en cuenta los preliminares, movimiento de tierra y adecuación de la basura, drenaje, celda de saneamiento, laguna de lixiviado, canal de agua de lluvia y restauración ambiental y paisajística.

 “CLAUSURA Y RESTAURACION AMBIENTAL DEL BOTADERO A CIELO ABIERTO DEL MUNICIPIO DE BECERRIL - CESAR”					
PRESUPUESTO GENERAL					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
1	PRELIMINARES				
1,1	Localización y replanteo	M2	10.326,40	\$ 3.194,02	\$ 32.982.744,73
				SUBTOTAL	\$ 32.982.744,73
2	MOVIMIENTO DE TIERRA Y ADECUACION DE LA BASURA				
2.1	Movimiento de tierra y adecuación de la basura	M3	27.601	\$ 2.655,58	\$ 73.296.580,22
				SUBTOTAL	\$ 73.296.580,22
3	DRENAJE				
3.1	Filtros de drenaje (0.4m x 0.4m), en material granular filtrante con tubería sanitaria 4" recubierto en geotextil no tejido 1600.	ML	853,00	\$ 60.000,00	\$ 51.180.000,00
3.2	Suministro e instalación de tubería PVC- sanitaria ø=6", evacuación de lixiviados.	ML	50,00	\$ 48.087,00	\$ 2.404.350,00

3.3	Caja de inspección en ladrillo corriente, pañetada, impermeabilizada integralmente, incluye excavación y tape, tapa y herraje, cañuela, e incluye todo lo necesario para su correcto funcionamiento.	UND	1,00	\$ 318.380,00	\$ 318.380,00
				SUBTOTAL	\$ 53.902.730,00
4	CELDA DE SANEAMIENTO				
4,1	Excavación mecánica para celda de saneamiento	M3	21.950,65	12.000,00	\$ 263.407.800,00
4,2	Conformación de talud para celda de saneamiento	M2	2.251,92	19.053,00	\$ 42.905.831,76
4,3	Cama de arena para celda de saneamiento	M3	1.104,35	\$ 65.577,00	\$ 72.419.959,95
4,4	Suministro e instalación de geomembrana sintética hdoe cal 40.	M2	12.068,20	\$ 38.118,00	\$ 460.015.647,60
4,5	chimenea para evacuación de gases, según detalle	ML	42,00	\$ 228.570,00	\$ 9.599.940,00
4,6	Conformación de residuos sólidos incluye cargue, transporte, disposición y compactación en celda de saneamiento.	M3	21.950,65	\$ 26.840,00	\$ 589.155.446,00
4,7	Suministro e instalación de geotextil nt-2000	M2	12.068,20	\$ 6.700,00	\$ 80.856.940,00
4,8	Extendida y compactación de material de cobertura	M3	3.101,93	\$ 27.520,00	\$ 85.365.113,60
				SUB TOTAL	\$ 1.603.726.678,91

5	LAGUNA DE LIXIVIADO				
5,1	Excavación mecánica para laguna de lixiviado	M3	130,50	\$ 12.000,00	\$ 1.566.000,00
5,2	conformación de talud para laguna de lixiviado	M2	269,28	\$ 19.000,20	\$ 5.116.373,86
5,3	Suministro e instalación de geomembrana sintética hdoe cal 40.	M2	576,00	\$ 48.000,00	\$ 27.648.000,00
				SUB TOTAL	\$ 34.330.373,86
6	CANAL DE AGUA LLUVIA				
6,1	Excavación manual para canal lateral para aguas lluvia	ML	731,84	\$ 36.910,00	\$ 27.012.214,40
6,2	canal de aguas lluvias en concreto 3000psi; sección trapezoidal 1:1	ML	210,00	\$ 115.000,00	\$ 24.150.000,00
6,3	Empedrado para protección de 15cm de espesor en piedra 40% y concreto 1.2.3 el concreto 60% - incl. nivelación; sección trapezoidal 1:1	M2	376,72	\$ 40.000,00	\$ 15.068.800,00
				SUBTOTAL	\$ 66.231.014,40
7	RESTAURACION AMBIENTAL Y PAISAJISTICA				
7,1	Suministro e instalación de cerramiento en alambre de púas	ML	1.206,00	\$ 14.000,00	\$ 16.884.000,00
7,2	Suministro e instalación de portón de acceso	UND	1,00	\$ 5.000.000,00	\$ 5.000.000,00
7,3	Suministro y extendido de tierra agrícola	M3	3.724,56	\$ 30.000,00	\$ 111.736.800,00
7,4	Suministro e instalación de sepedones	M2	1.272,00	\$ 27.291,00	\$ 34.714.152,00



7,5	Suministro e instalación de pastos	M2	5.434,00	\$ 27.291,00	\$ 148.299.294,00
7,6	Suministro y siembra de árboles nativo	UND	100,00	\$ 138.385,00	\$ 13.838.500,01
7,7	Suministro y siembra de swingla	UND	3.600,00	\$ 3.500,00	\$ 12.600.000,00
				SUBTOTAL	\$ 343.072.746,00
		TOTAL COSTO DIRECTO			\$ 2.207.542.868,12
	COSTO DIRECTO-VALOR BASICO DE OBRAS				\$ 2.207.542.868,12
		A.I.U	30%		\$ 662.262.860,40
	COSTO TOTAL INCLUYENDO A.I.U.				\$ 2.869.805.728,40
		INTERVENTORIA	6.0%		\$ 172.188.343,70
	COSTO TOTAL PROYECTO				\$ 3.041.994.702,10