

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN DEL
RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA, UTILIZANDO EL
MÉTODO CONESA

ANDRÉS FELIPE CASTRO MONTOYA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL

RIONEGRO

2020

VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA FASE DE OPERACIÓN DEL
RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO DE COCORNÁ, ANTIOQUIA, UTILIZANDO EL
MÉTODO CONESA

ANDRÉS FELIPE CASTRO MONTOYA

MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL ÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

DIEGO ANDRÉS AGUIRRE CARDONA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE ORIENTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA AMBIENTAL

RIONEGRO

2020

TABLA DE CONTENIDO

ANTECEDENTES	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	10
JUSTIFICACIÓN	11
OBJETIVOS	13
Objetivo general	13
Objetivos específicos	13
MARCO TEÓRICO	14
DISEÑO METODOLÓGICO	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
<i>Caracterización de la operación del relleno sanitario del Municipio de Cocorná</i>	19
<i>Determinación de las acciones susceptibles de generar impactos ambientales en la operación del relleno sanitario de Cocorná</i>	23
<i>Identificación de los factores ambientales representativos de impacto que presentan vulnerabilidad en el relleno sanitario de Cocorná.</i>	26
<i>Valoración de los impactos ambientales identificados en la operación del relleno sanitario de Cocorná.</i>	27
CONCLUSIONES	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

ANTECEDENTES

Pese a que la generación de residuos sólidos es inherente al desarrollo de las actividades humanas, los volúmenes de “basura” se han incrementado como consecuencias del consumismo exagerado de recursos, convirtiéndose en un problema a tratar por gobernantes, privados y entidades públicas. Así mismo, dichas cantidades de residuos incrementan a medida que aumenta la densidad poblacional, estimando que la producción percapita de residuos se encuentra por encima de un kilogramo diario (Muñoz & Bedoya, 2009).

En los Estados Unidos, cada persona genera en promedio entre 1,5 y 3 kilogramos diarios (Feuerman, 2002), mientras que, en América Latina, la producción per cápita de residuos sólidos, aunque se ha duplicado en las últimas tres décadas, oscila entre 0,5 y 1 kilogramo diario, con el agravante de la participación creciente de materiales tanto no degradables como tóxicos (Ripoll, 2003).

Con el paso del tiempo la tendencia en el manejo de residuos sólidos es disminuir la fracción de aquellos destinados en rellenos sanitarios, mediante el reciclaje, reutilización, reducción y compost, buscando eliminar el manejo de los residuos sólidos mediante rellenos sanitarios (Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental, 2003).

La primera definición de relleno sanitario fue difundida por el Ministerio de Salud Pública en 1954, la cual definía el método como “una tecnología diseñada con criterios biológicos cuyos resultados anunciaban una contribución fundamental a la recuperación de terrenos para integrarlos

al proceso de urbanización”. Sin embargo, a medida que se perfeccionaba la técnica de relleno sanitario, los residuos sólidos perdieron el sentido de utilidad en la recuperación de terrenos y el relleno terminó por convertirse en un sitio contenedor de basuras.

En Colombia, como en la mayoría de los países, el servicio de aseo es de carácter público y responsabilidad del Estado. Los rellenos sanitarios como sistemas de disposición final de los residuos sólidos deben ser proporcionados en principio por las Alcaldías de cada municipio conforme a la ley 99 de diciembre 22 de 1993 y el Decreto 1713 de 2002. En la capital del país, por ejemplo, se cuenta con el relleno sanitario Doña Juana ubicado en la vía Usme en el suroriente de la ciudad, el cual lleva en funcionamiento alrededor de 30 años. En este se disponen los residuos de 8 municipios con un promedio de 5.974,5 toneladas/día y de las cuales Bogotá aporta 5.880 toneladas/día según la superintendencia de servicios públicos domiciliarios (SSPD, 2016).

Por otro lado, en Medellín, Antioquia, se cuenta con el relleno Parque Ambiental La Pradera ubicado en el Municipio de Don Matías a 57 Km de la ciudad (EEVVM, 2009) donde 33 municipios disponen sus residuos y recibe 2.885 toneladas/día de los cuales Medellín genera 1.795 toneladas/día (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2016).

Por su parte, en el municipio objeto de estudio, Cocorná, se cuenta con el Relleno Sanitario propio del municipio, donde se disponen aproximadamente 2,66 ton /día de residuos sólidos generados tanto en la zona urbana como rural del municipio (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- Municipio de Cocorná, 2016).

Con el Decreto 838 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, se establecen las pautas y procedimientos que deben seguir las entidades territoriales y las personas prestadoras del servicio de aseo en la actividad complementaria de disposición final mediante la técnica de rellenos sanitarios para evitar la generación de impactos ambientales.

Según lo establecido en el Artículo 56 de la Ley 142 de 1994, la construcción y operación de los rellenos sanitarios pueden declararse como proyectos de utilidad pública e interés social. Es decir, que, las áreas potenciales que la entidad territorial seleccione y determine como suelo de protección – zonas de utilidad pública para la ubicación de infraestructuras para la provisión del servicio público de aseo en la actividad complementaria de disposición final, mediante la utilización de la técnica de relleno sanitario, hacen parte de los proyectos que pueden declararse de utilidad pública o interés social (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2012). Pese a esto deben definirse metodologías que permitan identificar los impactos ambientales con el fin de implementar medidas de prevención, mitigación, recuperación o compensación considerando la tecnología del relleno sanitario, además se deben implementar metodologías que permitan evaluar y valorar los impactos ambientales teniendo en cuenta el Decreto 2041 de 2014 (sobre licencias ambientales), artículo 9 donde la licencia ambiental está sujeta a estudios ambientales con la metodología descrita en el Manual de Evaluación de Estudios Ambientales de Proyectos (Ministerio de Medio Ambiente, 2002). En dicho manual se expresan metodologías como la de Vicente Conesa Fernández y Jorge Arboleda entre otras, las cuales son asumidas para los resultados del presente estudio.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Relleno Sanitario del Municipio de Cocorná se encuentra ubicado en el departamento de Antioquia a las afueras del casco urbano del municipio. Dicho municipio, presenta una temperatura promedio de 23°C y su fuente hídrica de mayor representatividad es el río Cocorná. Aunque su principal actividad económica está enmarcada por procesos agrícolas, pecuarios y piscícola, Cocorná ha sufrido una serie de transformaciones lentas pero constantes que ha modificado el paisaje, debido al incremento en el establecimiento de sitios con fines recreativos y turísticos, los cuales a su vez conllevan al incremento en la generación de impactos ambientales negativos como la generación de residuos sólidos. (Ministerio de Trabajo, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo PNUD, 2013).

Así mismo, aunque el proyecto cuenta con el licenciamiento ambiental, se han generado la afectación del suelo y fuentes hídricas por el inadecuado manejo operativo del relleno sanitario y el evidente incumplimiento de la normatividad legal vigente, especialmente con los estándares definidos en el Decreto 838 de 2005 donde se definen los pasos y condiciones a seguir en el desarrollo y operación de un proyecto de disposición final de residuos sólidos.

En la operación del relleno sanitario se han expuesto técnicas no apropiadas para la confinación de los residuos sólidos generados en el municipio, donde se evidencia que el vaso del relleno no se conformó en terrazas (sugerido en documentos técnicos como el Título F del RAS 2000) sino en forma de trincheras con una inclinación del 12% sobre filo de montaña, éste es un espacio inclinado en el cual su disposición se concentra sobre la base del mismo, lo que genera una presión al talud final con posibles consecuencias de deslizamientos de tierra y residuos sólidos

mezclados. Además, la conformación de la celda diaria se realiza cada 15 días, causando las siguientes afectaciones:

- **Infiltración de lixiviados a través de la geomembrana:** la geomembrana es una barrera constituida por un material sintético impermeable cuya función es impedir el paso de los fluidos líquidos al suelo, evitando así infiltraciones a los cuerpos de agua (Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, 2018), sin embargo, está no cubre el 100% del vaso del Relleno Sanitario y en algunos puntos está rota.
- **Colmatación con residuos sólidos en los canales de conducción de lixiviados:** los canales diseñados para conducir los lixiviados generados en el relleno están siendo obstruidos por residuos que no están debidamente confinados en su celda, generando colmataciones que impiden su flujo constante hacia las zonas de recolección y tratamiento de los mismos. Los sistemas de drenaje evitan infiltraciones al suelo y aguas subterráneas, debido a que se construyen con tuberías enterradas en zanjas aproximadamente de un metro de profundidad, perforadas y articuladas entre sí, las cuales, direccionan el fluido por gravedad hacia un drenaje principal y finalmente hasta la zona de almacenamiento y tratamiento (Corena Luna, 2008).
- **Colmatación de canales de aguas lluvias:** los canales de captación de aguas lluvias generalmente se ubican en la zona perimetral del relleno, evitando la acumulación de agua en la zona de disposición de residuos sólidos y la infiltración que consecuentemente incrementa el volumen de lixiviados (Giraldo, 2001) sin embargo, debido al inadecuado manejo de los residuos

sólidos los canales están siendo obstruidos generando mayor volumen de lixiviados y aumentando la afectación al suelo y fuentes de agua subterráneas.

- **Incremento en la presencia de vectores:** debido a la escasa planificación y ejecución de actividades operativas se ha incrementado presencia de vectores causantes de problemas sanitarios, en el área de influencia del relleno sanitario.
- **Reducción de la vida útil del Relleno Sanitario:** debido a que no se realiza la adecuada disposición y confinamiento de los residuos sólidos se reduce la vida útil del relleno sanitario, la cual estaba proyectada a 20 años (PGIRS, 2016).

En cuanto al recurso aire, la principal afectación está dada por la emisión de metano y dióxido de carbono provenientes de la descomposición de residuos sólidos en el Relleno Sanitario, adicionalmente, se generan emisiones de gases generados en la combustión por el uso de vehículos y maquinaria, afectando tanto el recurso como a las comunidades aledañas al generar malestar social por la emisión de olores ofensivos y ruido (Caraballo-Naranjo, 2014). Sin embargo, aunque el estado de los impactos anteriores es deficiente, la afectación a la comunidad no es relevante debido a que el Relleno Sanitario se encuentra localizado a aproximadamente dos kilómetros del casco urbano del municipio y la densidad poblacional de la zona es mínima reduciendo la posibilidad de emisión de quejas. Cabe agregar que hasta la fecha no se han realizado estudios relacionados con la dispersión de olores y afectación a la comunidad y que el manejo de las emisiones atmosféricas se da mediante la instalación de chimeneas.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Considerando la problemática existente en la operación del relleno Sanitario del Municipio de Cocorná se generan las siguientes preguntas:

1. ¿Cuáles son los impactos ambientales que se presentan en la fase de operación del relleno sanitario del municipio de Cocorná?
2. ¿De qué manera se afectan los factores ambientales representativos de impacto?

JUSTIFICACIÓN

Los impactos ambientales son considerados modificaciones en el ambiente que generan efectos benéficos o adversos definidos de acuerdo con las actividades o proyectos que se ejecuten en determinadas áreas, estos son provocados por acción directa del hombre o de la naturaleza misma (Gonzales, 2017).

Las actividades susceptibles a ocasionar un impacto al medio natural son analizadas mediante la evaluación de impactos ambientales (EIA), cuyo procedimiento involucra un conjunto de estudios, informes técnicos y consultas que permiten identificar las consecuencias de un proyecto, constituyéndose como una de las herramientas fundamentales para la protección ambiental (GRN, 2018). Para la determinación de los impactos ambientales se hace necesario el pleno conocimiento del proyecto o actividad propuesta; sus componentes, etapas de desarrollo, procesos productivos y operativos; por lo cual, se debe llevar a cabo la detección de las acciones susceptibles a producir impactos (ASPI), con el objeto de ejecutar posteriormente la caracterización del ambiente mediante la evaluación de los atributos o componentes que puedan verse afectados por este tipo de acciones (Arboleda, 2008), o lo que comúnmente se conoce como factores ambientales receptores de impactos (FARI).

El hombre a lo largo de su historia y de acuerdo a sus necesidades, ha desarrollado diversas actividades que consecuentemente generan múltiples impactos ambientales como la generación de residuos sólidos, cuyo principal problema ha sido su manejo y disposición final, debido al incremento en el consumo desenfrenado y en la densidad poblacional, donde se ha estimado que el

promedio mundial de producción per cápita se encuentra por encima de un kilogramo diario (Noguera & Olivero-Verbel, 2010).

Dentro de los EIA existen diversas metodologías que permiten efectuar la identificación de impactos y posteriormente facilitan la determinación de aquellos que por su grado de alteración deben abordarse con celeridad. Una de ellas, es la metodología propuesta por Vicente Conesa Fernández, la cual es ampliamente utilizada por ser una metodología completa, clara y de gran utilidad para elaborar Auditorías Ambientales (Conesa, 2009).

Por esta razón, y de manera prudente el presente estudio valora, los impactos ambientales significativos que se han ocasionado por las actividades operacionales realizadas en el relleno sanitario actual del municipio de Cocorná, Antioquia, y para ello, a partir de metodologías de evaluación avaladas por el Ministerio de Ambiente, Ciudad y Territorio (Método Conesa) con el fin de obtener un valor estimativo del impacto.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Valorar los impactos ambientales por la inadecuada acción operativa en el relleno sanitario del Municipio de Cocorná utilizando la metodología CONESA.

Objetivos específicos

- Caracterizar la operación del relleno sanitario del Municipio de Cocorná
- Determinar las acciones susceptibles de generar impactos ambientales en la operación del relleno sanitario de Cocorná
- Identificar los factores ambientales representativos de impacto que presentan vulnerabilidad en el relleno sanitario de Cocorná.
- Valorar los impactos ambientales identificados en la operación del relleno sanitario de Cocorná utilizando el método CONESA.

MARCO TEÓRICO

El relleno sanitario, es considerado una técnica para la disposición de los residuos sólidos en el suelo, sin causar molestias o peligros para la salud y seguridad pública. Este método busca utilizar la menor área posible para confinar los residuos sólidos, por medio de principios de ingeniería, reduciendo su volumen al mínimo practicable, y cubriendo los residuos depositados con una capa de material natural y/o sintético en el relleno sanitario durante un día de operación (Meléndez, 2004; Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia, 2012). Básicamente consta de celdas previamente impermeabilizadas a través de la implementación de geomembrana sintética, donde una vez los residuos sólidos son depositados, compactados y nivelados se cubren con tierra, arcilla u otro material inerte, al menos una vez al día.

El manejo de los productos de la descomposición anaerobia de residuos sólidos como lo son los lixiviados y el biogás, se realiza en instalaciones cercanas al relleno sanitario. En el caso de los lixiviados estos son recolectados en el fondo de la celda, por medio de una red de ductos que permite captar, conducir y evacuar los lixiviados producidos en el relleno sanitario, para finalmente disponerlos en el sistema de manejo y tratamiento de lixiviados (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia, 2012). Por su parte, el biogás es conducido a través de un sistema de tuberías que se instala de manera subterránea. Éste puede ser almacenado para un uso posterior o incinerado con el objetivo de transformarlo químicamente en dióxido de carbono (CO_2) cuyo factor de emisión es considerablemente menor al del metano (CH_4), situación que consecuentemente contribuye con la reducción de las fuentes de emisiones de gases efecto invernadero (GEI).

Los rellenos sanitarios según el RAS 2000 se pueden clasificar en:

Relleno sanitario manual: Relleno sanitario que es construido y operado sin necesidad de utilizar maquinaria diferente a la mano de obra (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia, 2012).

Relleno sanitario mecanizado: Relleno sanitario que es construido y operado con maquinaria especializada (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia, 2012).

Al finalizar la vida útil del relleno sanitario se debe realizar la cobertura final, que consiste en un revestimiento de material natural o sintético que confina el total de las capas de que conforman el relleno sanitario, para facilitar el drenaje superficial, interceptar las aguas filtrantes y soportar la vegetación superficial (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia, 2012).

Durante la operación del relleno sanitario se generan múltiples impactos ambientales como consecuencia del transporte y disposición final de los residuos sólidos, los cuales según su severidad deben ser manejados con mayor urgencia. Para ello, con la Evaluación de los Impactos Ambientales identificados se busca definir, clasificar, cuantificar y calificar la magnitud de los impactos ambientales que la operación del relleno sanitario pueda causar, expresada de manera concreta y cuantitativa; para determinar las actividades del proyecto más deteriorantes y elementos del medio ambiente más afectados. Dependiendo de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales, y en forma compatible con sus características, se formulará el Plan de Manejo Ambiental (Escuela Superior de Administración Pública – ESAP., 2020).

Método Conesa para la valoración de impactos ambientales

La metodología Conesa definida como un método cualitativo y cuantitativo que asigna un valor de importancia a los impactos ambientales a través de la estimación de índices de calidad ambiental (Arroyo, 2007), se aplicó posterior a la identificación tanto de las acciones como de los factores. Esta consiste en la valoración de 11 variables (tabla 1) para calificar los impactos como bajo, moderado, severo y crítico, donde el primero indica que la afectación del impacto es irrelevante en comparación con los fines y objetivos del proyecto, la calificación moderada indica que la afectación no requiere de prácticas correctivas intensivas, la valoración severa señala que la afectación del impacto precisa la recuperación de las condiciones del medio a través de la implementación de alguna medida y finalmente la calificación crítica denota que se superó el umbral permitido y que no hay posibilidad de recuperación del componente evaluado.

Tabla 1. Cuadro de aplicación de valores para la metodología de evaluación de impactos de Conesa

Signo		Intensidad (I)	
Beneficioso	+	Baja	1
Perjudicial	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)		Momento (MO)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Mediano plazo	2
Extenso	4	Corto plazo	3
Total	8	Inmediato	4
Persistencia (PE)		Reversibilidad (RV)	
Efímero o momentáneo	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Mediano plazo	2
Persistente	3	Largo plazo	3
Permanente	4	Irreversible	4
Sinergia (SI)		Acumulación (AC)	
Sin sinergismo	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
Efecto (EF)		Periodicidad (PR)	
Indirecto (sinergia)	1	Irregular	1
Directo (sin sinergia)	4	Periódico	2
		Continuo	4
Recuperabilidad (MC)		Importancia del impacto (I)	
Recuperable Inmediato	1	$I = \pm(3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	
Recuperable mediano plazo	2		
Recuperable a largo plazo	4		
Irrecuperable	8		

(Hidroar S.A, 2015)

DISEÑO METODOLÓGICO

Inicialmente, se planteó el diagnóstico del estado actual del Relleno Sanitario con respecto a los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones del mismo, con el fin de identificar los impactos ambientales y definir cuáles de ellos requieren la toma de acciones inmediatas para reducir el impacto, de manera que se proteja y conserve el medio ambiente, se garantice el cumplimiento de la normatividad vigente aplicable y a su vez favorezca la rentabilidad económica de la Empresa de Servicios Públicos (ESP) de Cocorná.

Para valorar los impactos ambientales se realizó una investigación inicial sobre el Relleno Sanitario, las diferentes áreas que la conforman, las actividades que tienen lugar dentro de la recolección y disposición final de los residuos sólidos (Figura 1) y los procesos asociados a dichas actividades en la operación del Relleno Sanitario (Figura 2). Para ello, se identificaron las etapas del proceso productivo y consecuentemente se asociaron a las ASPI. Así mismo, cada una de las ASPI se relacionó con los FARI, los cuales se evaluaron en la matriz de impactos ambientales por medio de la metodología de Conesa, con el objeto de obtener una valoración cualitativa y cuantitativa sobre los impactos ambientales. Para ello se identificaron las actividades y procesos que se llevan a cabo dentro del Relleno Sanitario para determinar cuáles son los impactos ambientales más representativos. Dichos impactos están asociados a las actividades de operación que interactúan bien sea con los factores abióticos (hidrología, suelo y atmósfera), bióticos (fauna) o socioeconómicos y culturales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la operación del relleno sanitario del Municipio de Cocorná

Teniendo en cuenta la revisión bibliográfica y recorridos en campo, se obtuvieron los siguientes resultados del estado actual del Relleno Sanitario con respecto a los procesos que se llevan a cabo dentro de las instalaciones de este.

La Empresa de Servicios Públicos (ESP) de Cocorná, es quien opera el relleno sanitario a través de su actividad de prestación de servicios públicos domiciliarios de aseo en la zona urbana del municipio. Esto se da de acuerdo a los límites de la constitución y la ley que ella debe seguir para proteger la diversidad e integridad del ambiente, suministrando servicio continuamente con calidad y eficiencia, con tarifas que tiendan a lograr mejores niveles de gestión operativa, comercial y financiera administrativa y de planeación (Superintendencia de Servicios Públicos , 2013). En la figura 1 se representa el esquema en rasgos generales de la prestación del servicio de aseo en Cocorná, el cual se divide en tres fases la cuales incluyen la recolección de los residuos, su posterior transporte en vehículos adecuados y su confinamiento en el relleno sanitario.

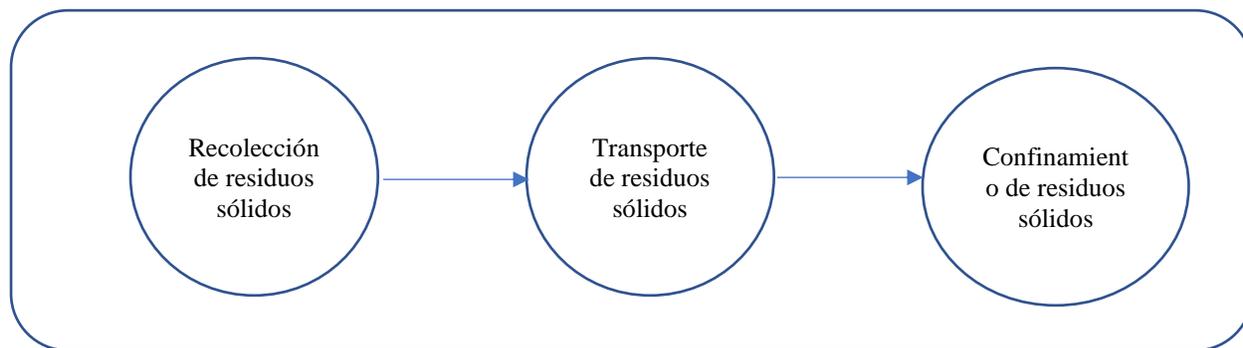


Figura 1. Operaciones de aseo en el Municipio de Cocorná

La recolección y transporte de los residuos sólidos en el área urbana del municipio de Cocorná se realiza tres veces por semana, considerando una generación mensual de 98,3 Ton que

corresponden a una producción percapita 0,38 kg/hab-día, adicionalmente en el área rural se realiza la recolección una vez por semana basados en una generación mensual de 16,8 Ton de residuos ordinarios. Así mismo, dentro de las funciones de la Empresa Prestadora de Servicios Públicos se incluye el barrido y limpieza de vías y áreas públicas, limpieza de playas costeras y riverañas y recolección de servicio especiales de construcción y demolición (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- Municipio de Cocorná, 2016).

La disposición final de los residuos sólidos generados se realiza en el Relleno Sanitario del Municipio de Cocorná donde llegan el 97,26 % de los residuos del municipio, siendo inherente al proceso la generación de gases, los cuales se queman mediante la instalación de chimeneas que los conducen hasta el exterior (Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- Municipio de Cocorná, 2016).

Los residuos sólidos al ser transportados al sitio de disposición final del municipio deben cumplir con varias acciones que se describen en la figura 2. Sin embargo, aunque todas se realizan, no se ejecutan con las frecuencias definidas y el rigor necesario.

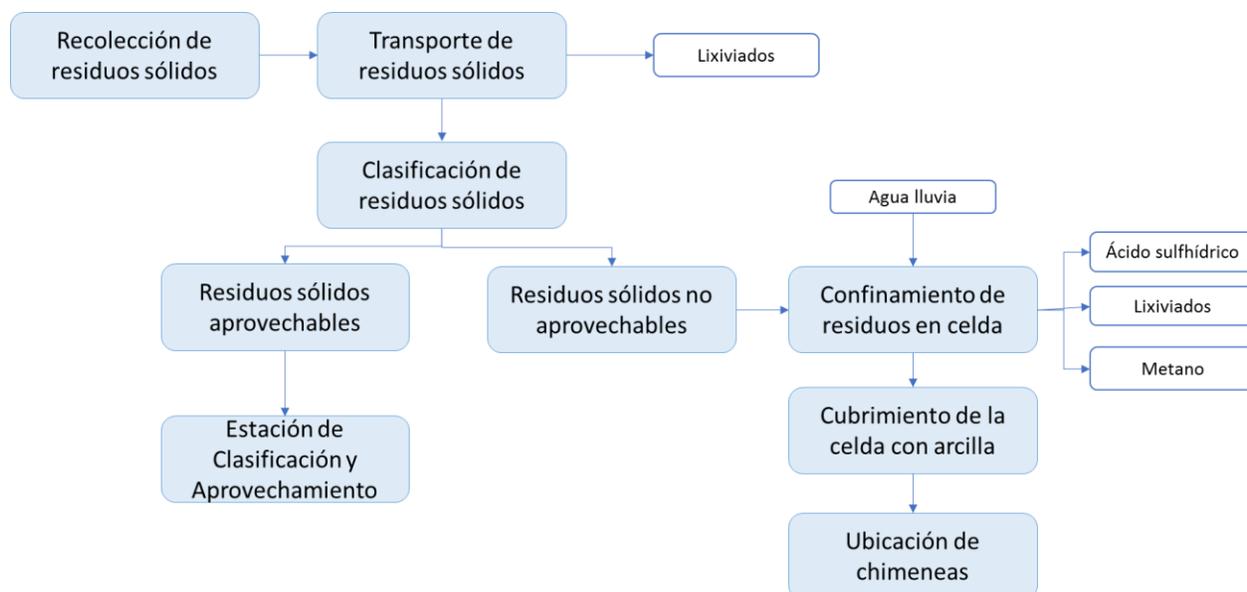


Figura 2. Acciones asociadas a la operación del Relleno Sanitario de Cocorná

El Relleno Sanitario del Municipio de Cocorná fue construido en trinchera, cuenta con una inclinación del 12% sobre filo de montaña. El relleno se construyó en un terreno propio del municipio localizado a dos kilómetros del casco urbano, cuenta con sistema de recolección y tratamiento de aguas lixiviadas y tiene una conformación de talud que al ser operado de manera correcta garantizaría el adecuado confinamiento de los residuos sólidos.

El Relleno Sanitario cuenta con un área total de 3 ha, un vaso de 2ha y una vida útil proyectada de 20 años, la cual se está viendo afectada después de 2 años de operación.

Los impactos en el ambiente se relacionan con los diferentes recursos que rodean al relleno sanitario. La empresa de Servicios Públicos de Cocorná, impactan el recurso suelo, al encargarse de la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos. En este orden de ideas, el material reciclable se dispone en una estación de aprovechamiento (ECA), mientras que los

residuos ordinarios son gestionados en el Relleno Sanitario. Cabe resaltar que el material orgánico que se genera en el municipio es colectado y compostado en otra planta.

Para el control de emisiones se instalan chimeneas para el manejo del metano producto de la degradación de los residuos sólidos, este metano se quema, sin embargo, no se ha realizado ninguna medición para la cuantificación y monitoreo de contaminantes atmosféricos, además nunca se ha realizado el cálculo de la huella de carbono.

De igual manera para el control de olores la empresa cuenta con algunas barreras vivas en las zonas laterales del Relleno, sin embargo, éste aun cuenta con zonas perimetrales desprovistas de vegetación.

El Relleno Sanitario posee un sitio de almacenamiento para los lixiviados generados por la descomposición de los residuos sólidos, los cuales se disponen y tratan con un tercero. Además, considerando que la geomembrana no se encuentra en condiciones adecuadas, parte de los lixiviados generados penetran afectando el suelo, el nivel freático, las aguas superficiales y los microorganismos edáficos propios de la zona.

Por otra parte, la caseta existente dentro del Relleno Sanitario cuenta con conexión directa al alcantarillado del municipio y el agua utilizada para las labores operativas y necesidades biológicas de los operarios provienen del acueducto.

Determinación de las acciones susceptibles de generar impactos ambientales en la operación del relleno sanitario de Cocorná

Al identificar las etapas del proceso operativo y consecuentemente las ASPI (Acciones susceptibles de producir impacto), se diligencia la matriz asociada al del Relleno Sanitario (Tabla 2) y se desglosaron los componentes incorporados a cada uno de los procesos.

Tabla 2. Posibles acciones susceptibles a producir impacto en el proceso de operación del relleno sanitario de Cocorná.

Matriz de identificación de acciones susceptibles a producir impactos (ASPI) en la etapa de operación del Relleno Sanitario de Cocorná, Antioquia					
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ETAPA DEL PROCESO	ASPI	DESCRIPCIÓN	
Abiótico	Aire		Uso y mantenimiento de vehículos	Los vehículos se utilizan diariamente y el mantenimiento se realiza constantemente.	
	Suelo	Recolección y transporte de residuos sólidos	Transporte de residuos sólidos	Transporte de residuos sólidos los días martes, miércoles y viernes en la zona urbana del municipio y un día a la semana en la zona.	
			Clasificación de residuos sólidos	Los residuos sólidos llegan al Relleno sanitario y tres operarios separan los residuos inservibles de los reciclables. Los residuos inservibles se disponen en una celda donde se cubre con una capa de arcilla proveniente de un terreno aledaño.	
	Aire y paisaje		Ingreso de vehículos con residuos sólidos al Relleno Sanitario	Los vehículos ingresan los martes, miércoles y viernes	
	Hidrología, suelo, aire y paisaje		Disposición final de residuos sólidos	Confinamiento de residuos sólidos	Los residuos sólidos llegan al Relleno sanitario y tres operarios separan los residuos inservibles de los reciclables. Los residuos inservibles se disponen en una celda (18000 m ³) donde se cubre con una capa de arcilla proveniente de un terreno aledaño
				Mantenimiento de las condiciones sanitarias y ambientales	El confinamiento de los residuos sólidos genera emisión de material particulado y gases de combustión a causa del movimiento de tierra y uso de maquinaria pesada. Limpieza de los canales de conducción de los lixiviados, canales de agua lluvia y control de vectores como moscos y roedores
Biótico	Fauna	Todas	Limpieza y desinfección, uso de unidades sanitarias, uso de cafetines y comedores sociales	Dichas actividades generan aguas residuales las cuales se conducen hacia un pozo séptico en condiciones inaceptables de operación	
Socioeconómica y cultural	Procesos económicos	Todas	Todas	Afectaciones en los usos de suelo establecidos	
	Procesos sociales	Todas	Todas	Aumento en tasa de empleo de la zona.	

Para evaluar las acciones susceptibles a producir impactos es importante relacionar las dimensiones abiótico, biótico y socioeconómica y cultural, la cuales permiten identificar como las fases de la operación del Relleno Sanitario se relacionan con el medio ambiente, la sociedad y la cultura. Consecuentemente es importante relacionar los componentes socio-ambientales, que para el caso específico son: aire, suelo, agua, paisaje, fauna, económico y sociales, los cuales a su vez permiten identificar de manera detallada las acciones que pueden generar algún impacto ambiental positivo o negativo.

Las variables tenidas en cuenta en la *Tabla 2*, son producto de la percepción obtenida mediante los recorridos en campo, los cuales dieron indicios de las falencias en la operación del Relleno Sanitario de Cocorná, donde por malos manejos se pueden aumentar los impactos ambientales que afectan tanto la dimensión biótica como abiótica y social. Además, se identificó que actividades como uso y mantenimiento de vehículos, transporte y clasificación de residuos sólidos, ingreso de vehículos, confinamiento de residuos sólidos, mantenimiento de las condiciones sanitarias y ambientales, limpieza y desinfección y uso de unidades sanitarias, cafetines y comedores sociales pueden generar una serie de impactos ambientales los cuales se definen en la *Tabla 4*.

Todos los impactos ambientales afectan de manera directa o indirecta los componentes mencionados anteriormente, de ahí que se vea la necesidad de identificar las actividades que se realizan durante la operación del relleno sanitario y que pueden desencadenar en un impacto ambiental, de tal manera que con buenas prácticas de operación se puedan reducir hasta el punto de no requerir un manejo inmediato.

Identificación de los factores ambientales representativos de impacto que presentan vulnerabilidad en el relleno sanitario de Cocorná.

Cada una de las ASPI se relacionó con los FARI (Factores ambientales representativos de impacto). Esto se realizó luego de identificar las actividades y procesos que se llevan a cabo dentro del Relleno Sanitario y se asocian los factores abióticos (hidrología, suelo y atmósfera), bióticos (fauna) o socioeconómicos y culturales. Esta caracterización del ambiente se enfocó en los atributos que pueden resultar afectados por las acciones realizadas en el Relleno Sanitario (las FARI) en la etapa de operación (*Tabla 3*).

Tabla 3. Factores Ambientales representativo de impacto FARI

Matriz de identificación de factores susceptibles de recibir impactos (FARI) en la etapa de operación del Relleno Sanitario de Cocorná, Antioquia			
DIMENSIÓN	COMPONENTE	ASPI	FARI
Abiótico	Aire	Uso y mantenimiento de vehículos	Aire
		Transporte de residuos sólidos	Aire
	Suelo	Clasificación de residuos sólidos	Suelo
		Ingreso de vehículos con residuos sólidos al Relleno Sanitario	Aire y paisaje
	Atmósfera y paisaje	Confinamiento de residuos sólidos	Aire, suelo, agua y paisaje
Hidrología, suelo, aire y paisaje	Mantenimiento de las condiciones sanitarias y ambientales	Agua, suelo y aire	
	Biótico	Fauna	Limpieza y desinfección, uso de unidades sanitarias, uso de cafetines y comedores sociales
Socioeconómica y cultural			Procesos económicos
	Procesos sociales	Todas	Agua, suelo, aire y paisaje

En la *Tabla 3* se relacionan las dimensiones abiótica, biótica y socioeconómica y cultural y se define como cada acción desarrollada dentro de la operación del relleno sanitario de

Cocorná puede afectar uno o varios factores de manera que se genera un impacto ambiental positivo o negativo y que a su vez puede o no ser inherente al proceso.

Para el caso específico del relleno sanitario de Cocorná la dimensión que más se ve afectada es la Abiótica con impactos que afectan el aire, suelo, paisaje y agua. Así mismo, se identifica que todas las actividades propias de la operación del relleno sanitario generan impactos en uno o varios factores simultáneamente.

Las acciones susceptibles de producir impactos pueden afectar los factores aire, suelo, paisaje y agua, debido a que se pueden generar diferentes aspectos ambientales que a su vez pueden desencadenar en la generación de impactos ambientales como los que se muestran en la *Tabla 4*.

*Valoración de los impactos ambientales identificados en la operación del relleno sanitario de
Cocorná.*

Finalmente se realizan desde cada una de las ASPI y en relación con los FARI la valoración de impactos relevantes en la matriz de impactos ambientales por medio de la metodología de Conesa. En la *tabla 4*, se evidencia la puntuación establecida para cada impacto junto con su respectiva calificación cualitativa.

Tabla 4. Matriz para la evaluación de impactos generados en la operación del Relleno Sanitario de Cocorná.

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8			
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Calificación
DIMENSIÓN ABIÓTICA	Suelo	Generación de lixiviados	Alteración de la relación C/N por descomposición de residuos sólidos	-	8	1	4	2	4	8	4	4	1	4	57	SEVERO
			Infertilidad de los suelos por causa del mal manejo de lixiviados	-	12	1	3	2	4	8	4	4	1	4	68	SEVERO
			Perturbación de las propiedades orgánicas del suelo	-	12	1	3	2	4	8	1	4	4	4	68	SEVERO
		Generación de RESPEL	Alteración de los factores físico químicos del suelo como: textura, humedad, porosidad, filtrabilidad, densidad, potencial de hidrogeniones y relación C / N	-	2	2	3	2	2	4	1	1	4	1	28	MODERADO

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Calificación	
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	
			Pérdida de microorganismos edáficos	-	2	2	3	2	2	4	1	1	4	1	28	MODERADO
		Incremento de los procesos erosivos	Afectación de las características físico químicas del suelo	-	12	1	3	3	2	8	2	1	1	4	62	SEVERO
			Potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos)	-	8	1	3	3	4	8	2	1	1	4	52	SEVERO
		Consumo de insumos	Consumo de hidrocarburos	-	4	1	3	1	1	4	4	1	1	1	30	MODERADO
			Incremento en el volumen de residuos que requieren disposición final	-	2	1	2	1	1	4	4	1	1	1	23	IRRELEVANTE
	Aire	Generación de lixiviados	Emisión de gases en el proceso de descomposición de residuos sólidos	-	4	1	3	1	3	2	1	1	4	4	33	MODERADO
				Emisión de olores por los lixiviados	-	8	4	3	1	2	1	4	1	1	4	49

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Calificación	
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	
			producidos por la descomposición de residuos sólidos y la infiltración de agua													
		Descomposición de residuos sólidos	Emisión de gases efecto invernadero	-	4	2	3	1	3	2	4	1	4	4	38	MODERADO
			Emisión de olores ofensivos	-	8	4	4	1	2	1	4	1	1	4	50	MODERADO
			Alteración de las propiedades físicas y químicas del aire	-	8	4	4	1	1	2	4	1	1	2	48	MODERADO
		Aumento en las emisiones atmosféricas	Incremento en las concentraciones de PM10 y PM2,5	-	4	2	4	1	2	1	4	1	1	2	32	MODERADO
			Emisión de gases de combustión	-	2	2	4	1	2	1	4	1	4	2	29	MODERADO
			Aumento en los niveles de ruido	-	2	4	4	1	1	1	4	1	4	1	31	MODERADO
		Consumo de combustible	Aumento en la demanda de los	-	2	1	4	3	1	1	4	1	1	1	24	IRRELEVANTE

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Calificación
			recursos naturales													
			Alteración de los factores químicos del agua como: pH, alcalinidad, dureza, SST, coliformes, C y N orgánico total, C P y N, conductividad	-	4	1	3	2	4	2	4	1	1	2	33	MODERADO
	Hidrología	Descomposición de residuos sólidos	Cambios en factores físicos del agua como: olor, color, temperatura, turbidez y transparencia	-	4	1	3	2	4	2	4	1	1	2	33	MODERADO
			Percolación de lixiviados en los acuíferos	-	8	1	3	4	4	4	1	4	4	4	54	SEVERO
		Generación de lixiviados	Cambios en factores físicos del agua como: olor, color, temperatura, turbidez y transparencia en el confinamiento	-	8	2	3	2	4	2	2	4	1	4	50	MODERADO

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Calificación	
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
				Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	
			de residuos sólidos													
		Generación de RESPEL	Alteración de los factores físico químicos del agua como: pH, alcalinidad, dureza, SST, coliformes, C y N orgánico total, C P y N, conductividad, sustancias tóxicas debido a la contaminación por desechos peligros (aceites, plaguicidas)	-	1	1	2	2	4	4	4	1	1	1	24	IRRELEVANTE
		Consumo de energía eléctrica	Aumento en la demanda de los recursos naturales	-	1	1	3	2	1	1	4	1	1	1	19	IRRELEVANTE
		Consumo de agua	Alteración de las condiciones físico químicas del agua	-	1	1	3	2	1	1	4	1	1	1	19	IRRELEVANTE
			Agotamiento del recurso hídrico	-	1	1	2	2	1	1	1	1	4	1	18	IRRELEVANTE

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC		
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Calificación
DIMENSIÓN BIÓTICA		Incremento de los procesos erosivos	inducido por el consumo													
			Afectación de las características físico químicas del agua	-	1	1	2	2	1	2	4	1	1	2	20	IRRELEVANTE
	Paisaje	Todos los aspectos	Alteración de la calidad visual del paisaje	-	8	1	4	2	4	4	4	1	1	4	50	MODERADO
	Fauna	Todos los aspectos	Migración de poblaciones existentes	-	4	4	4	3	4	4	4	4	1	1	1	42
Incremento en las poblaciones de aves carroñeras, roedores y moscos			-	8	4	3	4	3	2	4	4	4	4	4	60	SEVERO
DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Social	Aumento en la presión sonora	Deterioro del sistema auditivo de empleados y comunidad debido al ruido generado por el funcionamiento activo de la maquinaria	-	2	1	1	3	1	2	4	1	1	1	22	IRRELEVANTE
		Cambios en los usos de suelo	Generación de empleo	+	2	4	2	3	4	1	4	1	1	2	32	NULO

METODOLOGÍA DE VALORACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS, CONESA				N	I	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Calificación	
				1-12	1-8	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-4	1-8		
Dimensión	Componente	Aspecto	Impacto	Naturaleza	Intensidad	Extensión	Momento	Persistencia	Reversibilidad	Recuperabilidad	Sinergia	Acumulación	Efecto	Periodicidad	Importancia	Calificación
		Incremento de olores ofensivos	Inconformidad social	-	2	4	3	3	1	1	4	1	1	2	30	MODERADO
			Problemas de salud en la comunidad	-	1	1	1	1	1	1	4	1	1	1	16	IRRELEVANTE
		Incremento en los niveles de ruido	Inconformidad social	-	1	2	3	1	1	1	4	1	1	1	20	IRRELEVANTE
	Económico	Generación de expectativas sociales	Aumento en las expectativas a nivel económico	+	2	1	4	1	1	1	4	1	1	1	22	NULO

Como resultado de la implementación de la metodología Conesa se obtuvo que los componentes mayormente afectados por las actividades y procesos desarrollados en la etapa de operación del Relleno Sanitario son la hidrología, el suelo y fauna con una clasificación severa, la cual exige la implementación de acciones y medidas correctivas tendientes a la recuperación de dichos componentes en un periodo de tiempo limitado.

Entre los impactos evaluados como severos se encuentran alteración de la relación C/N por descomposición de residuos sólidos, infertilidad de los suelos por causa del mal manejo de lixiviados, perturbación de las propiedades orgánicas del suelo y percolación de lixiviados en los acuíferos, la valoración anterior se asocia a la inadecuada instalación de la geomembrana y la colmatación de los canales de agua lluvia, los cuales inciden en la alta calificación de las variables tenidas en cuenta para la valoración de los impactos ambientales. Así mismo se consideran impactos severos la afectación de las características físico-químicas del suelo y la potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos), debido a la inclinación (12%) que posee el predio donde se localiza el relleno sanitario y al inadecuado manejo de las celdas diarias, las cuales no se cubren de acuerdo a los parámetros definidos en la norma y que a su vez generan incremento en las poblaciones de aves carroñeras, roedores y moscos.

La alteración de los factores físico químicos del suelo, aire y agua, pérdida de microorganismos edáficos, consumo de hidrocarburos, emisión de gases, emisión de olores, incremento en las concentraciones de PM10 y PM2,5, aumento en los niveles de ruido, alteración de la calidad visual del paisaje, migración de poblaciones existentes e inconformidad social fueron valorados como moderados asociados principalmente con las variables de intensidad, extensión y reversibilidad, así mismo dicha valoración consideró las actividades que se desarrollan en el relleno

las cuales pese a no cumplir con el 100% de los parámetros operacionales, reducen los efectos de los impactos negativos en el sitio del proyecto. Además, dicha valoración se atribuye a la localización del proyecto y cercanía con la población.

El componente hidrología por su parte se ve principalmente afectado por impactos asociados a la percolación de lixiviados en los acuíferos, que afectan las propiedades físicas y químicas del agua. Además, el consumo de agua genera también agotamiento del recurso hídrico. El componente atmósfera, en cambio, se ve principalmente afectado por impactos como la emisión de gases y olores originados a partir de la disposición y descomposición de residuos.

Con respecto al componente social se considera como un impacto nulo la generación de empleo y el aumento en las expectativas económicas a raíz del funcionamiento y mantenimiento del Relleno Sanitario, no obstante, el desarrollo de los procesos promueve la generación de olores que impactan fuertemente la percepción que la comunidad tiene sobre el relleno.

La Fauna por su parte se ve afecta debido al notable incremento en las poblaciones de aves carroñeras, moscos y roedores los cuales a su vez afectan la población aledaña y alteran la calidad visual del paisaje.

Por su parte el incremento en el volumen de residuos que requieren disposición final, aumento en la demanda de los recursos naturales, alteración de los factores físico químicos del agua, agotamiento del recurso hídrico inducido por el consumo, deterioro del sistema auditivo de empleados y comunidad debido al ruido generado por el funcionamiento activo de la maquinaria, problemas de salud en la comunidad, inconformidad social e incremento en los niveles de ruido

fueron valorados como irrelevantes debido a que se asocian a aspectos y componentes que no tienen mayor influencia sobre la operación del relleno o que distan significativamente del área de operación. De igual manera las variables tenidas en cuenta para la valoración de los impactos ambientales indican que la gravedad del impacto no es suficiente, debido a las bajas calificaciones en variables como reversibilidad, persistencia, extensión, acumulación, intensidad, entre otras.

CONCLUSIONES

Los impactos ambientales más significativos dentro del relleno sanitarios fueron la alteración de la relación C/N por descomposición de residuos sólidos, infertilidad de los suelos por causa del mal manejo de lixiviados, perturbación de las propiedades orgánicas, físicas y químicas (Quintero-Ramírez, Valencia-González, & Lara-Valencia, 2017) del suelo, percolación de lixiviados en los acuíferos, incremento en las poblaciones de aves carroñeras, roedores y moscos y potencialización del riesgo de desestabilización de terrenos (cambios morfológicos); por lo cual se requiere la implementación de planes de manejo buscando la mitigación, compensación y/o corrección de los impactos calificados como severos.

Los Planes de Manejo se elaboran teniendo en cuenta los procesos realizados en el Relleno Sanitario y con base en los resultados obtenidos en la matriz de calificación, estableciendo medidas a ejecutar, además de actividades para el manejo adecuado de los lixiviados, el control de las aves carroñeras, roedores y moscas y la reducción de los procesos erosivos.

Para el manejo adecuado de los lixiviados, el control de vectores y la reducción de los procesos erosivos se deben elaborar fichas técnicas teniendo en cuenta el Decreto 1784 de 2017, en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento. y disposición final de residuos, sólidos en el servicio público de aseo.

El manejo de este líquido contaminante debe asumirse para disminuir los impactos generados por su generación los cuales provienen de la descomposición de residuos sólidos en el relleno sanitario mediante la limpieza de drenajes perimetrales con actividades operacionales que

garanticen que todos los residuos queden confinados y que los drenajes queden libres de residuos sólidos permitiendo la libre conducción tanto del agua lluvia como de los lixiviados generados y la adecuación y mejoramiento del sistema de impermeabilización, verificando el estado de la geomembrana y adecuándola en las situaciones que sea posible. Esta actividad se debe complementar con acciones de monitoreo anual del nivel freático y las características de las aguas subterráneas, medición de la relación carbono nitrógeno, el porcentaje de disminución en la fertilidad de los suelos, el porcentaje de reducción de la capa orgánica del suelo y el porcentaje de reducción en la contaminación de los acuíferos, entre otros.

En cuanto al control de vectores se busca reducir la población de aves carroñeras, roedores y moscos mediante la implementación de buenas prácticas operacionales que garanticen que se realice la disposición y confinamiento diario de los residuos sólidos al finalizar las labores, conforme a lo estipulado en el diseño y reglamento operativo del relleno sanitario, además de implementar medidas que garanticen la reducción de manera sustancial del número de individuos existentes. La efectividad de las acciones implementadas se debe validar mediante el monitoreo de las poblaciones vectores y encuestas a la comunidad del área de influencia.

El control de los procesos erosivos generados por la operación del relleno sanitario del Municipio de Cocorná y favorecidos por las pendientes de la zona se debe realizar mediante la implementación de buenas prácticas operacionales que garanticen que se realice la disposición y confinamiento diario de los residuos sólidos al finalizar las labores, conforme a lo estipulado en el diseño y reglamento operativo del relleno sanitario y con la siembra de barreras vivas en la zona perimetral y en las vías de acceso internas y externas del relleno sanitario. La efectividad de las acciones implementadas se debe validar mediante el monitoreo de los movimientos de tierra

presentados y la mejora en las condiciones físico químicas del suelo en el relleno sanitario, para lo cual se recomienda realiza estudios de suelo de manera periódica donde se evidencien los resultados esperados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antioquia, U. d. (2012). Diagnóstico Técnico, Municipio de El Santuario. Obtenido de http://190.109.167.188:83/imagenes/SIAD/INF_SP_AGUA_POTAB_DOC_DIAGNOSTICO_EL_SANTUARIO.PDF
- Arboleda, J. (2008). Manual para la Evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín: Universidad Nacional.
- Arroyo, S. C. (diciembre de 2007). Valoración de Impactos Ambientales. Sevilla: INERCO. Obtenido de http://api.eoi.es/api_v1_dev.php/fedora/asset/eoi:48150/componente48148.pdf
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2018). Resolución 01885. Obtenido de http://portal.anla.gov.co/sites/default/files/res_1885_22102018_ct_5638.pdf
- Caraballo-Naranjo, A. M. (2014). Impactos sociales y ambientales generados por la operación del relleno sanitario de Tunja sobre el municipio de Oicata-Boyacá. Manizales: Universidad de Manizales. Obtenido de Impactos ambientales y sociales generados por la operación del relleno sanitario de Tunja sobre el municipio de Oicata - Boyacá: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2297/%E2%80%9D%20IMPACTOS%20SOCIALES%20Y%20AMBIENTALES%20GENERADOS%20POR%20LA%20OPERACI%C3%93N%20DEL%20RELLENO%20SANITARIO%20DE%20TUNJA%20SOBRE%20EL%20MUNICIPIO%20DE%20OICATA-BOYAC%C3%81%E>
- Comisión mexicana de Infraestructura Ambiental. (2003). La Basura en el Limbo: Desempeño de Gobiernos Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos. <http://www2.gtz.de/dokumente/bib/07-0126.pdf>

Conesa, V. (2009). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental*. Madrid España.

Mundi - Prensa.

Congreso de la república, Colombia. (1994). Ley 142 de 1994. *Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de https://www.redjurista.com/Documents/ley_142_de_1994_congreso_de_la_republica.aspx#/

Corena Luna, M. (2008). Repositorio Digital Universidad de Sucre. Obtenido de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/001/304/2/628.44564C797.pdf>

EEVVM, Empresas Varias de Medellín E.P.S. (2009). Relleno Sanitario la Pradera. Obtenido de http://www.eevvm.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=17.

Escuela Superior de Administración Pública – ESAP. (2020). Diseño del plan de manejo ambiental de la escuela Superior de Administración Pública - ESAP. Obtenido de www.esap.edu.co

Feurman, A. (2002). *Los residuos sólidos (la basura) un enfoque basado en los derechos de propiedad*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd51/basura.pdf>

Giraldo, E. (2001). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: Avances recientes. *Revista de ingeniería*, Universidad de los Andes, 44-55.

Gonzales, H. (30 de Julio de 2017). *Calidad y gestión*. Obtenido de Aspectos ambientales en ISO 1400: <https://calidadgestion.wordpress.com/tag/impactos-ambientales-significativos/>

GRN. (2018). *Gestión en Recursos Naturales*. Obtenido de GRN: <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>.

Hidroar S.A. (2015). Gobierno chubut. Obtenido de Tomado de <http://www.chubut.gov.ar/portal/wp-organismos/ambiente/wp->

content/uploads/sites/8/2015/01/Methodolog%C3%ADa-para-el-Calculo-de-las-Matrices-Ambientales.pdf

Meléndez, C. 2004. Guía práctica para la operación de celdas diarias en rellenos sanitarios pequeños y medianos PROARCA.

http://www.ccad.ws/proarca/p_proarca/pdf_sigma/Guia_

[Celdas_Rellenos_Final_web.pdf](#). Último acceso diciembre 22 de 2009

Ministerio de ambiente y desarrollo territorial, Colombia. (2010). *Resolución 1529, por la cual se modifica la Resolución 1684 de 2008*. Obtenido de

https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201529%20de%202010-Ago-06.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. (2005). *Decreto 838, Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones*. obtenido de

http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. (2010). *Decreto 2820, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales*.

Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_2820_2010.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. (2003). *Resolución 1045, 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. Obtenido de <http://parquearvi.org/wp-content/uploads/2016/11/Resolucion-1045-de-2003-.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. (2005). *Resolución 1390, 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.* Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Resoluciones/res_1390_270905.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia. (2008). Resolución 1684, *por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1390 de 2005 y se toman otras determinaciones.* Obtenido de https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Sistema_Gestion_de_Calidad/Procesos%20y%20procedimientos%20Vigente/Normatividad_Gnl/Resolucion%201684%20de%202008-Sep-25.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. (2002). Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Obtenido de <http://portal.anla.gov.co/documentos/normativa/MANUAL%20DE%20EVALUACION%20DE%20ESTUDIOS%20AMBIENTALES%202002.pdf>

Ministerio de Trabajo, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo PNUD. (2013). Estudio del Perfil Productivo Rural y Urbano del municipio Cocorná.

Ministerio del Interior, Colombia. (1993) *Ley General Ambiental en Colombia, Ley 99 Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza*

el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Colombia. (2012). Reglamento técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento básico – RAS. TÍTULO F: Sistemas de Aseo Urbano / Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Bogotá, D.C. 264 p

Muñoz, K y Bedoya, A. (2009). El papel de los residuos sólidos, en la solución de problemas ambientales. Economía Autónoma. Edición virtual. <http://www.eumed.net/rev/ea/03/mvbo.htm>.

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS- Municipio de Cocorná. (2016). Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS-. Cocorná.

Quintero-Ramírez, A., Valencia-González, Y., & Lara-Valencia, L. A. (2017). Efecto de los lixiviados de residuos sólidos en un suelo tropical. DYNA, 203.

Ripoll, J. 2003. La Basura no tiene por qué ser un problema. http://www.fsa.ulaval.ca/rdip/cal/lectures/societe_ecolo/basura_no_tiene_porque_ser.htm

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2016). *Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia.* Obtenido de: <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informenacional2016disposicionfinalderesiduossolidos1.pdf>

Superintendencia de Servicios Públicos. (2013). Superintendencia de Servicios Públicos. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Acueducto%2C%20alcantarillado%20y%20aseo/Peque%C3%B1os%20prestadores/2018/Sep/2013empresadeserviciospublicosdecocornaespieg2013.pdf>

