

Problemática ambiental generada por lixiviados en Bogotá

Environmental problems generated by leachates in Bogota

Angélica María Quintero Gualteros* y Luisa Fernanda Melo Suárez**

Cómo citar:

Quintero Gualteros, A. M., & Melo Suárez, L. F. (2019). Problemática ambiental generada por lixiviados en Bogotá. *Ingeciencia*, 4, 66-78

* Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo: aquinterog1@ucentral.edu.co
** Estudiante de Ingeniería Ambiental, Universidad Central. Correo: lmelos1@ucentral.edu.co

Resumen

Los lixiviados en rellenos sanitarios son producidos por factores como las condiciones climáticas, el diseño y la operación del relleno, la composición de los residuos sólidos, el mal manejo de estos residuos en la comunidad y la falta de una mejor estructura para el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Bogotá. El objetivo del estudio es informar sobre la problemática ambiental ocasionada por los lixiviados del relleno sanitario Doña Juana, teniendo en cuenta sus causas e impacto en el medioambiente y la comunidad. Mediante un *causal loop diagram*, se identificaron las variables con mayor impacto y su relación causal para una mejor profundización, conceptualización y comprensión del problema. La visita al área de influencia del relleno sanitario permitió analizar la situación, determinar la relación con la comunidad vecina e identificar las consecuencias ambientales y sociales.

Palabras clave: contaminación, lixiviados, relleno sanitario, impacto ambiental.

Abstract

Leachates in sanitary landfills are produced by factors such as climatic conditions, landfill design and operation, solid waste composition, mismanagement of this type of waste in the community, and lack of a better structure for the Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos of Bogotá. This study aims to inform about the environmental issues caused by the leachates generated in the Doña Juana landfill, considering its causes and impact on the environment and the community. Using a causal loop diagram, the variables with the greater impact and their causal relationship were identified to have better insights, conceptualization and understanding of the problem. The visit to the area of influence allowed to analyze the situation, determine the relation with the neighboring community and identify the environmental and social consequences.

Keywords: pollution, leachates, landfill, environmental impact.

1. Introducción

Bogotá es la ciudad más grande de Colombia, actualmente cuenta con 8 millones de habitantes y, debido a su crecimiento económico, la demanda de bienes y servicios es cada vez mayor. El incremento de las basuras y su falta de control son algunos de los problemas ambientales que más afectan a la ciudad. Según el ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Luis Gilberto Murillo, “Bogotá genera unas 7500 toneladas al día y se reciclan entre 14% y 15% de estas” (Dinero, 2017); el resto es llevado al relleno sanitario Doña Juana. Ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, entre los sectores de Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, este relleno es el principal vertedero de Bogotá. Debido a la mala gestión de los residuos y la falta de estructura, ha colapsado en diversas ocasiones generando derrumbes que afectan a la comunidad vecina.

El problema se agudiza considerando que la producción de basura per cápita incrementa un kilogramo por habitante al día. La descomposición de estos residuos aumenta y, junto con los líquidos que entran al relleno de fuentes externas como la lluvia, forman un fluido altamente tóxico llamado *lixiviado*, que tiene un impacto significativo para el medio físico, químico y biológico. La filtración de este líquido en el suelo genera contaminación en las aguas subterráneas y malos olores durante el proceso de descomposición.

Aunque el relleno tiene una planta de tratamiento de lixiviados, esta no cuenta con la capacidad suficiente para realizar una limpieza adecuada. Según información tomada de diferentes entidades, como la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP, 2017a, 2017b) y la Contraloría de Bogotá (2016), se determina que no es posible llevar a cabo la descontaminación de estos líquidos pues, debido a fallas y grietas en las máquinas de la planta, se presentan filtraciones que contaminan el caudal del río Tunjuelo.

Además, un informe de auditoría de la Contraloría General de la República (2019) advierte sobre los problemas en la estructura del relleno y la planta de tratamiento que impiden su correcta operación, de modo que estos líquidos no cumplen con las normas de vertimientos y demás parámetros ambientales. Por otro lado, la UAESP (2017a) afirmó que se haría un reforzamiento estructural y una optimización en la planta de tratamiento; además, se está llevando a cabo un proceso de reforestación y mitigación del impacto ambiental con jornadas voluntarias de siembra al interior del relleno.

Este trabajo analiza los efectos de los lixiviados del relleno sanitario Doña Juana sobre el medioambiente y las comunidades aledañas. Para esto, se identifican las principales actividades que se realizan en el relleno sanitario, se evalúan las causas y consecuencias que generan los lixiviados y, finalmente, se proponen medidas de control y mitigación de daños.

2. Marco teórico

El relleno sanitario Doña Juana está ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, entre los barrios Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo, en la margen izquierda del Río Tunjuelo, sobre la autopista a Villavicencio (figura 1).



Figura 1. Ubicación del relleno sanitario Doña Juana.

Fuente: Google Maps.

La localización del relleno Doña Juana no es la más apta, pues se encuentra cerca de asentamientos humanos en las localidades de Usme y Ciudad Bolívar. Según la restricción ambiental, debería estar ubicado como mínimo a 1000 metros de distancia de grupos poblacionales; sin embargo, actualmente se ubica a unos cuantos metros de las veredas Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo (Personería de Bogotá, 2017). Por otro lado, debido a la falta de control del ingreso de residuos, el depósito ilegal de residuos peligrosos (Respel) provoca graves consecuencias en el medioambiente y la salud humana.

Doña Juana ha sido una alternativa para el tratamiento y la disposición final de los residuos sólidos (Resol) generados en la capital del país y algunos municipios aledaños, por lo que durante muchos años ha recibido miles de toneladas de residuos. En la actualidad, la cantidad es tal que los daños ocasionados vulneran el derecho de gozar de un ambiente sano establecido por el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia de 1991.

La disposición final de Resol genera la contaminación de agua, aire y suelo, así como la proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscos, entre otros). El proceso de descomposición de los residuos, según Kiss y Encarnación (2006), “favorecen la emisión de productos contaminantes que pueden ser un riesgo potencial al ambiente y a la salud, entre los que se encuentran los lixiviados y el biogás, mismos que requieren de un manejo adecuado acorde a la normatividad ambiental” (p. 39). De acuerdo con Díaz *et al.* (2017), “la descomposición de los residuos orgánicos produce principalmente metano (CH_4), el mayor contribuyente al calentamiento global entre los gases de efecto invernadero, después del dióxido de carbono (CO_2). El potencial de calentamiento global del metano es 21 veces mayor que el del dióxido”.

La producción de lixiviados está influenciada por diferentes factores como la composición de los Resol dispuestos, las generalidades del terreno, el nivel de precipitación de la zona y el manejo descubierto de áreas. Las generalidades del terreno permiten que debido a la fuerza de gravedad el lixiviado fluya por toda la superficie como escorrentía,

arrastrando a su paso “material disuelto, en suspensión, fijo o volátil, lo que provoca que tengan elevadas cargas orgánicas y un color que varía desde café-pardo-grisáceo cuando están frescos hasta un color negro viscoso cuando envejecen” (Luna, 2008, p. 19). Los lixiviados contienen varios contaminantes cuya concentración varía con el paso el tiempo entre los que se cuentan “alto contenido de materia orgánica, alto contenido de nitrógeno y fósforo, presencia abundante de patógenos e igualmente de sustancias tóxicas como metales pesados y constituyentes orgánicos” (Giraldo, 2001, p. 44). La tabla 1 muestra las características de los lixiviados teniendo en cuenta su tiempo de duración.

Tabla 1. Comparación de características de los lixiviados de rellenos sanitarios

Característica	Lixiviado joven	Lixiviado viejo
DBO	Muy alto	Bajo
DQO	Muy alto	Alto
Amoniaco	Muy alto	Alto
Fósforo	Usualmente deficiente	Suficiente
pH	Muy bajo	Bajo
Detergentes	Muy altos	Bajos
Sales disueltas	Muy altas	Bajas (relativamente)
Agentes incrustantes (Fe, Ca, Mg)	Muy altos	Bajos
Metales pesados	Muy altos	Bajos

Fuente: Giraldo (2001).

Los lixiviados contaminan las aguas superficiales y subterráneas, emanan gases como el metano (CH₄) y el dióxido de carbono (CO₂), y ocasionan una dispersión de bacterias fermentativas, metanogénicas, acetoclásticas y acetogénicas en el suelo, el cual luego de un tiempo puede quedar inerte por el daño en sus capas. Estos líquidos son considerados efluentes tóxicos y como tales pueden aumentar la mortalidad de flora y fauna y convertirse en un problema de salud pública. La tabla 2 presenta algunos de sus efectos en la salud humana.

Tabla 2. Efecto negativo de metales presentes en lixiviados sobre la salud humana

Metal	Efectos negativos
Arsénico	Afecciones en sistemas cardiovascular, respiratorio, nervioso periférico y reproductivo. Daños en hígado y riñón. Efecto cancerígeno y potencialmente teratogénico.
Cadmio	Alteraciones en sistemas nervioso central, reproductivo y respiratorio. Daños en riñón. Posible efecto cancerígeno y teratogénico.
Cromo	Enfermedades del sistema respiratorio, alergias e irritación en ojos. Posible efecto cancerígeno y mutagénico.
Plomo	Alteraciones en sistema nervioso central y reproductivo. Daños en células de la sangre. Probable efecto teratogénico.
Mercurio	Afecciones en sistemas nervioso central, cardiovascular y respiratorio. Daños en riñones y ojos. Efecto teratogénico.
Níquel	Enfermedades del sistema respiratorio, alergias, irritación ojos. Daños en piel, hígado y riñones. Probable efecto cancerígeno y teratogénico.

Fuente: Luna (2008).

Actualmente, el relleno sanitario genera 25 litros por segundo de lixiviados, que son tratados en la planta de tratamiento de lixiviados del relleno. Esta es una gran cantidad, si se considera que dicha planta solo tiene capacidad para tratar 15 litros por segundo, por lo cual su capacidad es sobrepasada significativamente. Este fluido es conducido a la entrada de la planta de tratamiento donde se distribuye por medio de válvulas de compuerta a los canales rectangulares de los pondajes de la planta, donde se retiene por dos días (figura 2). Allí se regula el caudal que entra a la planta y se precipitan los sólidos suspendidos totales (SST). El caudal de lixiviado que se trata en la planta se regula controlando la salida con un sistema de bombeo. Los SST y los metales del lixiviado crudo se tratan mediante un proceso físico-químico que consiste en adicionar cal al lixiviado para facilitar el proceso de floculación, manteniendo el pH del líquido entre 9,0 y 9,5.



Figura 2. Planta de tratamiento de lixiviados.

Fuente: Redacción Bogotá (2017).

Después, el líquido pasa por un decantador primario donde se retienen los SST con la cal anteriormente añadida. Los lodos sedimentados son extraídos por el fondo del decantador. Este lixiviado clarificado y con menor concentración de metales se transporta a la cámara de neutralización, donde se le adiciona ácido sulfúrico cuando es necesario corregir el pH y ácido fosfórico cuando se necesita aumentar la concentración de fósforo para que el tratamiento tenga las condiciones de nutrientes adecuadas.

En los reactores biológicos se realiza la remoción de nitrógeno, la limpieza de materia orgánica y la disminución de concentración de metales. Como consecuencia de este tratamiento se generan lodos biológicos que son separados en el decantador secundario para ser enviados al proceso de deshidratación. Allí se desprenden gases como nitrógeno y CO_2 , que son controlados con antiespumante.

Posteriormente, el lixiviado pasa al tanque de posdesnitrificación para terminar de reducir el nitrógeno gaseoso y luego se transporta al decantador secundario, donde se separan los lodos biológicos mediante el proceso de sedimentación y se retiran los lodos en el fondo del tanque. Finalmente, el líquido tratado es enviado al río Tunjuelo y los lodos extraídos y deshidratados a celdas donde se almacenan para su disposición final. El lixiviado que entra a la planta puede tener entre 9000 y 12000 ppm y tras el proceso de tratamiento es enviado al río Tunjuelo con una proporción de ≤ 100 ppm de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), concentración que no produce gran impacto en el medio.

Componente biótico	
Cobertura vegetal	Pastos
	Rastrojo bajo
	Cultivos de papa y arveja y potreros con pastos
	Bosque de galería
	Rastrojo bajo con alto proceso erosivo
	Áreas de extracción minera
	Zonas rellenadas con residuos sólidos
	Bosque cultivado
	Área urbana
	Asentamiento poblacional

Descripción de las zonas	
Zona I (caja 7)	Estuvo activa entre septiembre de 1993 y febrero de 1995 y funcionó según el diseño original. Tal diseño no incluyó tratamiento de lixiviados ni manejo de residuos peligrosos. En cuanto al manejo de gases, se construyeron chimeneas en piedra en todos los niveles de basura. Actualmente se encuentra clausurada y empradizada.
Zona Mansión	Operó entre febrero y octubre de 1995 y contó con un sistema de extracción forzada de gases. Actualmente se encuentra clausurada y empradizada.
Zona II	Recibió residuos desde octubre de 1995 hasta el 27 de septiembre de 1997, día en que colapsaron aproximadamente un millón de toneladas de residuos de los tres millones que se habían dispuesto. A esta zona se le había calculado una vida útil de 4 a 5 años aproximadamente; no obstante, estuvo en operación 1,5 años. El manejo de los lixiviados se realizaba por recirculación dentro de la masa de basura, por lo que dependía del buen funcionamiento del sistema de drenaje que mantenía el equilibrio entre la cantidad de líquido entrante y la saliente. El sistema falló produciendo un aumento de la presión de líquidos y gases en los poros de la masa de basura, lo cual ocasionó cambios en las características del material y, dada la configuración geométrica de diseño, el material se tornó inestable y se produjo un derrumbe de la celda que represó el río Tunjuelo.
Zona III	Inicialmente se planeó que en esta zona operaran las celdas de seguridad para residuos peligrosos. Sin embargo, se utilizó para la disposición de residuos convencionales y se anexó a la Zona II.
Zona IV	Operó entre el 28 de septiembre de 1997 y enero de 1999. Fue utilizada como zona de emergencia cuando ocurrió el deslizamiento en la Zona II. Actualmente está clausurada y revegetalizada.
Zona V	No se utilizó para la disposición final de residuos, en su lugar se construyó la Planta de Tratamiento de Lixiviados.
Zona VI	En la actualidad está adecuada como zona de emergencia y cuenta con una vida útil calculada a un mes.
Zona VII	Operó desde enero de 1999 hasta septiembre de 2002 con una capacidad superior a los 3 000 000 de toneladas de residuos sólidos.
Zona VIII	Inició su operación en marzo de 2002 (hasta octubre de 2008) con una vida útil calculada de 4,5 años. Se localiza en el sector suroccidental del predio de Doña Juana. Para garantizar la continuidad en la prestación del servicio de disposición final y con el objeto de utilizar esta zona, el operador del relleno adelantó los estudios de impacto ambiental con base en los términos de referencia entregados por la CAR y efectuó el diseño a detalle para la nueva zona de disposición final.

Sistema actual de operación	
Entrada al relleno	El depósito de residuos se realiza mediante actividades de arrastre, distribución, disgregación y compactación sobre un sistema de terrazas previamente adecuadas e impermeabilizadas. Los vehículos recolectores ingresan al relleno y luego de ser pesados en la báscula de entrada se dirigen por vía pavimentada hasta la zona en operación. Posteriormente, por vías temporales, ingresan y depositan los residuos.
Residuos	Son disgregados en el frente de trabajo y transportados a los diferentes niveles de las terrazas, donde se someten a un proceso de compactación.
Áreas de relleno	Son cubiertas temporalmente con un material impermeable mientras se alcanza la cota de diseño. Luego se procede a su cobertura definitiva, que se realiza con arcilla (mezcla de tierra negra y biosólido estabilizado) recubierta con cespedón. En la construcción de las terrazas se implementa un sistema de impermeabilización de fondo para prevenir las infiltraciones al subsuelo y la contaminación a las aguas subterráneas. El sistema de drenaje constituido por trincheras y filtros de fondo permite evacuar los lixiviados por la línea de conducción a través del dique de contención hasta los pondajes de almacenamiento y regulación, y luego hasta la planta de tratamiento de lixiviados.
Gases	Son evacuados durante la operación a través de chimeneas construidas en tubería y gavión, y chimeneas que se perforan luego del cierre de una terraza.
Monitoreo establecido por el Plan de Manejo Ambiental (PMA)	Aguas de escorrentía. Calidad del agua potable. Monitoreo hidrobiológico. Calidad del agua de las corrientes superficiales y subsuperficiales. Manejo y monitoreo de lixiviados. Monitoreo de las aguas del pondaje de la celda de hospitalarios. Monitoreo de ruido ambiental. Monitoreo de partículas suspendidas totales. Monitoreo de olores. Gases de chimeneas. Calidad del aire (gases). Caracterización de biosólidos.

Contexto local	
Vereda Mochuelo Alto	Según lo establecido por la Alcaldía Local de Ciudad Bolívar, “con un área total de 1455,07 hectáreas y un 15,14% de participación sobre el suelo rural de la localidad, la vereda limita al norte con el área urbana de la localidad de Ciudad Bolívar y la vereda de Mochuelo Bajo, al occidente con la vereda de Quiba Alta, al sur con la vereda Pasquilla y al oriente con el área urbana la localidad” (Alcaldía Local de Ciudad Bolívar, s.f.).
Vereda Mochuelo Bajo	La Alcaldía Local de Ciudad Bolívar indica que “con un área total de 828,54 hectáreas y un 8,62% de participación sobre el suelo rural de la localidad, la vereda limita al norte y al oriente con el área urbana de la localidad, al sur con la vereda de Mochuelo Alto y al occidente con las veredas de Quiba Alta y Quiba Baja” (Alcaldía Local de Ciudad Bolívar, s.f.).
Generalidades	Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo eran veredas en condiciones exclusivamente rurales no urbanas como se encuentran hoy en día. El cambio más relevante que han tenido se debe a las alteraciones del medio ambiente y la salud pública como consecuencia del sistema de operación del relleno sanitario Doña Juana. Por lo anterior, se establece que es de vital importancia hacer énfasis en la gestión ambiental y social, con apoyo y vigilancia del Estado en la resolución de conflictos ambientales y sociales en estos territorios, para recuperar la ética ambiental y reivindicar los derechos humanos vulnerados en estos grupos poblacionales.

Fuente: elaboración propia.

Tras consultar en diversas fuentes (libros, páginas web, entre otros), se determinó el sistema de operación actual, el impacto en las comunidades aledañas y el impacto ambiental del relleno, teniendo en cuenta que ya casi cumple su vida útil. Según los habitantes de los alrededores, dado que las sanciones impuestas al operador del relleno no han sido suficientes, sería pertinente la cancelación del contrato debido a los incumplimientos en la licencia ambiental y el contrato de operación. Además, se deberían implementar tecnologías para el aprovechamiento de los residuos sólidos, la producción de energía limpia y otros aspectos

que mitiguen el impacto ambiental. Este problema ha recibido una única respuesta: “No hay plata”, ya que se necesitan cerca de 20 000 millones de pesos para mejorar esta situación. Por otra parte, los habitantes no quieren que se repita otra catástrofe ambiental como la que ocurrió en 2015, cuando se desplomaron 700 000 toneladas de basura.

Sin embargo, no solo el recurso monetario es indispensable, otros factores son determinantes, como la falta de reciclaje por parte de la ciudadanía, los intereses de los políticos, la falta de atención por parte del gobierno. A esto se suma la planta de tratamiento de lixiviados, que fue construida hace 20 años con una capacidad para 14 litros por segundo y actualmente opera a 25 litros por segundo, casi el doble, por lo que presenta algunas fallas y grietas en la infraestructura. Es evidente que se requiere modernizar la planta —lo cual tendría un costo aproximado de 120 000 millones de pesos— para evitar la contaminación del suelo y el tratamiento incompleto de los lixiviados antes de ser arrojados al río Tunjuelo.

4.1. Contextualización de la encuesta

La encuesta se llevó a cabo en las veredas La Aurora, Mochuelo Alto y Mochuelo Bajo de la localidad de Ciudad Bolívar. Se diseñó un formato con preguntas sobre la problemática estudiada y para su debido cumplimiento fue necesario responder la totalidad de las preguntas, por lo que no se dejaron respuestas en blanco (tabla 4).

Tabla 4. Encuesta aplicada a la comunidad aledaña al relleno sanitario Doña Juana.

Pregunta	Respuesta	Cantidad de personas (n=19)	Porcentaje
1. ¿Se ve afectado por la situación del relleno sanitario?	No	6	32 %
	Sí	13	68 %
2. ¿Las acciones de mejora que ha pronunciado el gobierno han funcionado?	No	7	37 %
	No sé	6	32 %
3. ¿Conoce acerca el concepto de lixiviado?	Sí	6	32 %
	No	6	32 %
4. ¿Cree que la problemática del relleno sanitario y de las basuras de Bogotá es culpa del Estado?	Sí	13	68 %
	No	6	32 %
5. ¿Se ve afectado en la salud por la situación del relleno?	Sí	13	68 %
	No	6	32 %
6. ¿Se ve afectado por el incremento de plagas en su hogar?	Sí	13	68 %
	No	6	32 %
7. ¿Sus hijos y su familia se ven afectados por esta problemática?	Sí	13	68 %
	No	6	32 %
8. ¿Cree que esta problemática afecta al medioambiente?	Sí	19	100 %
	No	0	0 %
9. ¿Cree que esta problemática seguirá aumentando?	Sí	19	100 %
	No	0	0 %
10. ¿Procura aplicar el reciclaje en su hogar?	Sí	8	42 %
	No	11	58 %

Fuente: elaboración propia.

En total, 13 de las 19 personas devolvieron la encuesta con comentarios sobre la problemática que se referían, la mayoría, a su inconformidad frente a soluciones acordadas por el Estado que nunca fueron implementadas. Por tal razón, la comunidad se ve obligada a realizar huelgas, asambleas y juntas comunales con el fin de recibir ayuda. También afirmaron que constantemente sufren efectos negativos en su salud tales como complicaciones respiratorias, alteraciones en el crecimiento de los niños y malestares generales. Además, manifestaron incomodidad causada por el ruido de los camiones de basura en horas de la tarde-noche y madrugada.

Ante la pregunta sobre el estado de la planta de lixiviados, afirmaron que no está funcionando de forma adecuada y contamina de cierta forma el río Tunjuelo. También manifestaron indignación porque en la última reunión con los líderes de la Asamblea Sur y representantes del Estado se comunicó que se prolongaría la vida útil del Doña Juana hasta el año 2022. La comunidad vive con el temor de ser despojados de sus tierras para la ampliación del relleno.

4.2. Análisis de diagrama causal

Mediante el diseño y análisis del CLD (figura 7) se determinaron tres principales variables entre de las cuales se derivan aspectos positivos y negativos que forman un ciclo (bucle): la contaminación del aire, del agua y del suelo. La calidad del aire se ve afectada no solo por el olor de la basura en descomposición, sino por los lixiviados, que al ser almacenados en un pondaje, generan dos problemáticas. La primera es el incremento de la proliferación de bacterias fermentativas, metanogénicas, acetoclásticas y acetogénicas, las cuales afectan a la fauna nociva. Esta fauna disminuye la calidad de la salud de la comunidad y aumenta el riesgo de sufrir enfermedades como leptospirosis, fiebre por dengue, zika, entre otras. La segunda es la evaporación y generación de gases tóxicos como el metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), que al ser responsables del efecto invernadero disminuyen la calidad del aire y aumentan el riesgo de sufrir enfermedades respiratorias y cáncer de piel.

El suelo se ve afectado por el efecto de infiltración de sustancias contaminantes, que disminuyen su calidad y los nutrientes de la capa vegetal, importantes en el crecimiento de los cultivos. Esto incrementa la pérdida de diversos cultivos y, por tanto, disminuye la producción agrícola. El menor abastecimiento aumenta los precios de diversos productos y genera un desequilibrio económico. Además, las pérdidas para los agricultores ocasionan una mayor explotación y contaminación del suelo, y la descomposición de estos cultivos aumenta la generación de lixiviados.

Por otra parte, al aumentar el nivel de precipitación (lluvias), incrementa la escorrentía superficial, que contamina las fuentes receptoras como ríos, lagos y estuarios y aumenta así la mortandad de peces y demás especies acuícolas. Asimismo, la saturación en el medio crea una percolación de sustancias tóxicas que no solo generan más lixiviados, sino también propician su filtración a través del suelo. Esto incrementa la contaminación del agua subterránea por compuestos orgánicos volátiles y disminuye así el abastecimiento de agua por medio de pozos sumeros. La posibilidad de enfermedades en el sistema nervioso y gastrointestinales en la población aumenta ante este escenario. Además, la filtración de los lixiviados aumenta el número de materia orgánica presente, que a su vez incrementa la demanda de oxígeno disuelto presente, lo que incrementa la mortalidad de peces y especies acuícolas.

5. Conclusiones

Los lixiviados producidos en el relleno sanitario Doña Juana generan contaminación en el agua, el suelo y el aire, lo cual tiene un impacto negativo en el medioambiente y en la comunidad. La falta de cultura y conciencia ambiental de la población ha contribuido a agudizar esta problemática. Se requiere de la implementación de la estrategia 3R (reducir, reciclar y reutilizar) en los hogares y la participación del Estado para mejorar la situación del relleno sanitario y brindar una pronta solución a la población afectada.

Referencias

- Alcaldía Local de Ciudad Bolívar. (s. f.). Vereda Mochuelo Alto. Bogotá, Colombia. <http://bit.ly/2IohJxY>
- Alcaldía Local de Ciudad Bolívar. (s. f.). Vereda Mochuelo Bajo. Bogotá, Colombia. <http://bit.ly/30QkU81>
- Contraloría de Bogotá. (2016). *Informe de auditoría de regularidad. Código 190. UAESP*. <https://bit.ly/338tHH2>
- Contraloría General de la República. (2019). *Informe de auditoría de desempeño. Gestión del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y Autoridades Ambientales en Desarrollo...* <https://bit.ly/2EGHMC1>
- Díaz, A., Martínez, A., Moreno, G., Velandia, D., Acosta, K., & Tamayo-Figueroa, D. (2017). Problemática de basuras en el relleno sanitario Doña Juana. Fundación Universitaria Horizonte. <http://bit.ly/2Mdv2m6>.
- Dinero. (2017, 31 de agosto). Colombia genera 12 millones de toneladas de basura y solo recicla el 17%. <https://bit.ly/3cFXTwj>
- Giraldo, E. (2001). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios: Avances Recientes. 44-45. Consultado en <http://bit.ly/35b0fyX>.
- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos urbanos en los sitios de disposición final. *Gaceta Ecológica*, 79, 39-51.
- Luna, M. (2008). *Sistemas de tratamiento para lixiviados generados en rellenos sanitarios* [trabajo de grado, Ingeniería Civil, Universidad De Sucre]. Repositorio Unisucre. <http://bit.ly/2AFvYdM>.
- Personería de Bogotá. (2017, 18 de mayo). *Doña Juana: Relleno de irregularidades*. <http://bit.ly/2VcltIa>.
- Redacción Bogotá (2017a, 1 de marzo). Sigue preocupación por lixiviados en Doña Juana. *El Espectador*. <http://bit.ly/2oUOegI>.
- Redacción Bogotá. (2017b, 18 de mayo). Denuncian irregularidades en el relleno sanitario Doña Juana. *El Espectador*. <https://bit.ly/3g9Msx2>

- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2017a). *Espacio de diálogo ciudadano sectorial del hábitat en el marco del proceso de rendición de cuentas de la Administración Distrital 2017* [informe]. Bogotá.
- Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos (UAESP). (2017b). *Seguimiento avance Plan de Supervisión y Control de Servicio de Disposición Final*. <https://bit.ly/33ZWuws>