Título en español: ***Rellenos sanitarios en Colombia, ¿una solución o un problema?***

Título en inglés***: Sanitary landfills in Colombia, ¿a solution or a problem?***

Autores:

Gustavo Adolfo Álvarez Posada, Enfermero profesional. Estudiante especialización en Salud Pública. Universidad CES. Correo: Alvarez.GustavoA@uces.edu.co

Laura Maria Correa Orozco, Medica General. Estudiante Especialización en Salud Pública. Universidad CES. Correo: lacorrea@uces.edu.co

Yurix Matos Fernández, Medico general. Estudiante especialización en Salud Pública. Universidad CES. Correo: Fernandez.YurixM@uces.edu.co

Asesora: Maria Osley Garzón Duque. Mg en Epidemiologia, PhD en Epidemiologia y Bioestadística. Docente-investigadora Facultad de Medicina. Correo: mgarzon@uces.edu.co

Autora de correspondencia: Laura Maria Correa Orozco, Medica General. Estudiante Especialización en Salud Pública. Universidad CES. Dirección: Calle 40 #73-24 interior 501. Edificio Almejas. Teléfono de contacto: 3004949691 Correo: lacorrea@uces.edu.co

Resumen:

Objetivo. Consolidar la información acerca de los beneficios y problemáticas inherentes a los rellenos sanitarios en Colombia, y a partir de describir las alternativas para el manejo de los residuos sólidos. **Métodos.** Revisión de tema, realizando aplicación de búsquedas en bases de datos, revisión de artículos, literatura gris, informes gubernamentales y agencias internacionales. La búsqueda se agrupó en artículos de implementación de diferentes rellenos sanitarios a nivel local con enfoque ambiental que contienen información sobre los rellenos sanitarios. **Resultados.** Los rellenos sanitarios son la estrategia de disposición final de los residuos sólidos más utilizada en el mundo. Su construcción requiere de normas, debido a que, de no construirse bajo estas, se generara un impacto sobre la salud ambiental debido a la generación de gases y lixiviados, relacionados con efectos nocivos en la salud. Los rellenos resultan ser costo efectivo, sin embargo, tienen una vida útil que suele sobrepasar su uso, lo que lleva a efectos nocivos sobre el medio ambiente. Existen otras formas menos usadas de disposición final de los residuos con efectos beneficiosos sobre el medio ambiente. Se han llevado a cabo estudios sobre la influencia de los rellenos sobre la salud de varios grupos etarios localizados de manera aledaña a estos, evidenciando afectación del sistema respiratorio.

Conclusión. Los rellenos sanitarios representan un problema ambiental y para la salud de los seres vivos. Las soluciones que genera en cuanto a sus bajos costos de producción y mantenimiento son temporales y a largo plazo desbordan los efectos nocivos en salud pública.

Palabras clave: *Rellenos Sanitarios, medioambiente, contaminación, residuo sólido, basura.*

Abstract:

Objective. Consolidate information about the benefits and problems inherent to sanitary landfills in Colombia, and from describing the alternatives for solid waste management. **Methods.** Subject review, performing database searches, reviewing articles, gray literature, government reports and international agencies. The search was grouped into articles on the implementation of different landfills at the local level with an environmental focus that contain information on landfills. **Results**. Landfills are the most widely used final disposal strategy for solid waste in the world. Its construction requires regulations, because, if it is not built under these, an impact on environmental health will be generated due to the generation of gases and leachates, related to harmful effects on health. Fillers turn out to be cost effective, however, they have a useful life that often exceeds their use, leading to harmful effects on the environment. There are other less used forms of final disposal of waste with beneficial effects on the environment. Studies have been carried out on the influence of landfills on the health of various age groups located close to them, showing affectation of the respiratory system. **Conclution.** Sanitary landfills represent an environmental problem and for the health of living beings. The solutions that it generates in terms of its low production and maintenance costs are temporary and in the long term exceed the harmful effects on public health.

Key words: *Landfill, enviromental, contamination, enviromental alternatives, solid waste, garbage.*

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos son una condición inherente a la vida del ser humano en sociedad y parte de las consecuencias que se asumen por el consumo de bienes y servicios de diferente tipo, teniendo en cuenta que los rellenos sanitarios no son como tal la solución más indicada para contrarrestar problemas ambientales y de salud pública, estos son los más comunes para el depósito de residuos sólidos, vale aclarar que apenas se está en proceso de mirar soluciones para que estos que conlleven a menos consecuencias (1).

El continuo aumento en la población, el cambio en la alimentación y las grandes cantidades de consumo que se han venido presentando en las últimas décadas ha producido un mayor incremento de residuos sólidos, orgánicos e Inorgánicos, reciclables, no reciclables, peligrosos y no peligrosos, situación que ha generado mayores exigencias y retos para su almacenamiento, transporte y disposición final de los mismos, constituyéndose esta situación a su vez, es un tema de interés en salud pública (1). De otro lado, la disposición de residuos sólidos se ha convertido en un problema de salud pública y ambiental, el cual a su vez demanda la generación e implementación de políticas para su gestión y manejo, los cuales pueden estar orientadas a la reducción, aprovechamiento y valorización, tratamiento transformación y su disposición final controlada (2).

Dada la creciente cantidad de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios que se generan diariamente, los cuales, para Colombia en el año 2018 eran de 29.111 toneladas de residuos sólidos y productos residuales por cada billón de PIB, con una tasa de reciclaje y nueva utilización que ascendió al 11,1% del total de residuos sólidos y productos residuales generados, representando un crecimiento de 0,3 puntos porcentuales con respecto al año 2017 (3).

La situación anteriormente expuesta genera inquietud con respecto al cómo se da el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no reciclables en Colombia, debido a que en la cotidianidad de la vida del ser humano, se generan residuos que requieren

diferentes tipos de separación, transporte, tratamiento y disposición final, dependiendo de su clasificación como peligroso, no peligroso, reciclable o no reciclable, requiriendo un tratamiento especial para su disposición final en el relleno sanitario. Siendo éste un lugar técnicamente elegido, planteado y aplicado para la disposición final controlada de los residuos sólidos de forma segura y confiable a largo plazo, donde para el caso de los rellenos sanitarios, la disposición final, debe ser un componente importante en el manejo integral de los mismos, debido a que es a éstos lugares, donde llegan aquellos residuos que ya no tienen uso y no pueden ser recuperados para los sistemas productivos, siendo esta su última etapa, dentro de la gestión integral de los residuos sólidos, lo que implica su importancia de cara a minimizar los riesgos ambientales y a la salud (4).

Si se tiene en cuenta que para la puesta en marcha e implementación del relleno sanitario es indispensable contar con una profundidad adecuada del terreno en el cual se almacenarán diferentes residuos que posteriormente serán cubiertos por tierra, los cuales deberán estrictamente ser compactados diariamente con los depósitos recolectados y esto dará como resultado final el almacenamiento de basuras, cuya estructuración deberá plantear la seguridad del suelo y la estabilidad del mismo que no genere peligros que puedan ocasionar desastres en el medio en el cual tendrá como fin la excreta o disposición final de productos de desecho (5), también es importante tener presente que esta presión sobre el terreno y sus alrededores, puede generar presiones ambientales por contaminación del aire, agua, suelo y alteración paisajística, que desencadenan en exposiciones adicionales a las comunidades que habitan las zonas aledañas a tales lugares, y por ende representar riesgos para la salud.

Si bien es cierto, en la planificación de un relleno sanitario se deben tener en cuenta cuidados específicos para no alterar el medio ambiente en forma negativa o causar efectos deletéreos a la población, razón por la cual, se deben realizar estudios para determinar el mejor lugar de construcción con base a la dirección del viento, permeabilidad del suelo, cercanía de acuíferos, entre otros; con el fin de mitigar el impacto en la fauna, flora y salud pública. (6), también es cierto que, uno de los mayores problemas de los rellenos sanitarios es el peligro ambiental; los materiales que se descomponen dentro de las capas de basura compactada generan gases, incluidos el metano, que son altamente inflamables, pueden

acumularse o filtrarse a sitios aledaños generando el riesgo de explosiones. Algunos vertederos ventilan estos gases contaminando la atmosfera, además generan contaminación del agua por gases (biogás) y líquidos (lixiviados), generados en el proceso de descomposición de la basura, los cuales se filtran a los acuíferos y aguas superficiales si el relleno no cumple con el protocolo de impermeabilización del suelo (7), y de allí se derivan otro tipo de contaminantes ambientales que tiene el potencial de daño ambiental y por ende hacer más sensibles a las poblaciones que se exponen a tales condiciones de fragilidad sanitaria y ambiental.

Actualmente, en Colombia se generan aproximadamente 11,6 millones de toneladas de residuos sólidos al año. De estos, cerca de 40% podrían aprovecharse, pero según lo que registra el Departamento Nacional de Planeación (DNP), solamente se recicla alrededor de 17%. Además, las autoridades estiman que, si el consumo de los colombianos se mantiene al ritmo vigente, la generación de residuos aumentará 20% en los próximos 10 años, incrementando el ritmo acelerado de contaminación del ecosistema al que nos vemos enfrentados con sus diferentes efectos (8).

En un informe de los superservicios, Colombia cuenta con 275 sitios para depositar la basura (entre adecuados e inadecuados). De estos, 158 son rellenos sanitarios de los cuales solo un 35,6% podría permanecer durante más de una década, los demás en menos de 10 años habrá caducado su vida útil o actualmente ya están caducados (9), aunque en el país, el 96.8% de las toneladas de residuos están dispuesto en rellenos sanitarios, lo que indica la crítica situación debido a la poca cultura de reciclaje, pero principalmente la falta de voluntad política para implementar modelos alternativos de disposición que le generen más beneficios a la población y a su ecosistema (7).

Los rellenos sanitarios pueden ser vistos como una buena opción por determinado tiempo, pero tienen un tiempo de vida útil por lo cual es válido preguntarse ¿qué se hace cada que un relleno llega a su máxima capacidad de almacenamiento de residuos? ¿será que esto si es lo correcto?, si los residuos sólidos pasan la cantidad máxima soportada por el relleno sanitario empiezan el desbordamiento de emisiones de gases, se puede decir que se sale de control los gases lixiviados y erosión, lo cual genera un problema ambiental y de

salud pública, si se habla de solución, se podría decir que ayudaría que todos los humanos sean conscientes del manejo de residuos y así ser más responsables a la hora de consumir y generar menos basura para así lograr un menor impacto en problemáticas ambientales y de salud (10).

Según un artículo publicado en Acodal en 2017, se hablaba de una alarma porque en ese momento al 69% de rellenos sanitarios del país le quedaban entre cero y cinco años de vita útil y los responsables no tomaban acciones para mejorar esto (11). Actualmente uno de los rellenos sanitarios más importantes del país, conocido como el Relleno Doña Juana cuenta con licencia de funcionamiento hasta el año 2024, se está solicitando la autorización de alargar esta vigencia del relleno por 37 años más, y en Antioquia el inicialmente denominado Parque Ambiental La pradera, ahora identificado como relleno de La Pradera tendrá funcionamiento hasta el año 2022 (12), y aun no son claras las opciones para el reemplazo de este lugar o las potenciales alternativas ambientalmente sostenibles que pudieran dar lugar a pesar en una solución para la disposición final e residuos sólidos en el Área Metropolitana del Valle de Aburra.

En el 2020 la Contraloría de la Republica advirtió del deterioro que se ha ido dando en los rellenos sanitarios de Colombia, a lo que indicó que esto es un modelo poco indicado para el manejo de residuos sólidos del país (13). Otro de los componentes que se podrían evaluar como una gran cooperación a este tema, sería la contribución por parte del Estado, determinando unas políticas claras frente a este manejo de residuos y una mayor inversión económica que permita tecnificar los rellenos sanitarios, de manera tal que sus impactos sean menos agresivos con el medio ambiente y todos los seres vivos del planeta, sin embargo, actualmente esa inversión para la mejora no es muy alta lo que termina afectando a gran parte de la población (14).

Finalmente, se puede observar que durante doce años funcionó el mismo decreto sobre rellenos sanitarios en Colombia, las últimas actualizaciones con los nuevos lineamientos se dieron en el 2017 con el decreto 1784, con este se dijo que con los nuevos parámetros busca mejor la calidad ambiental en el país. Con este decreto se le da permiso para que cada territorio pueda escoger donde quiere su relleno sanitario, teniendo en

cuenta el uso del suelo y el Ordenamiento Territorial de cada municipio, esto ayudara a impulsar el fortalecimiento regional (14), según se describe en el Decreto, pero de lo escrito a la ejecución hay muchos aspectos que considerar, y siguen suscitándose dudas e inquietudes acerca de la utilidad, oportunidad, facilidad y amigabilidad que pueden tener estas opciones de relleno sanitario con el medio ambiente y su entorno, entendiendo que los seres humanos hacen parte de ese ecosistema en el que los buenas o malas acciones siempre se revierten en mejores o peores condiciones de vida y de salud para las poblaciones que están expuestas en los diferentes entornos.

Por las razones anteriormente expuestas, es importante explorar con mayor detalle que información hay disponible acerca de los rellenos sanitarios y su impacto tanto en el ambiente como en la salud de las personas y su potencial de oportunidad o daño para quienes viven cerca de ellos, situación que le compete a toda la población, ya que si estos no llegan a ser bien manejados se corre el riesgo de alcanzar un gran problema ambiental y de salud pública.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de revisión con base a la normatividad presente aplicada para la disposición final controlada de los residuos sólidos de forma segura y confiable, se trata del decreto *1784 de 2017* en lo relativo con las actividades complementarias de tratamiento y disposición final de residuos sólidos en el servicio público, de igual forma se realizó aplicación de búsquedas en bases de datos, revisión de artículos, literatura gris, informes gubernamentales y agencias internacionales. La búsqueda se agrupó en la investigación de estudios, artículos, modelos de implementación del manejo ambiental de diferentes rellenos sanitarios a nivel local, proyectos de grado de diferentes disciplinas con enfoque ambiental que contienen información sobre los rellenos sanitarios, que hayan quedado registradas como ponencias de eventos de los que se pueda disponer de la cita para referenciarlos. También se revisaron documentos de orden académico, informes de agencias gubernamentales y no gubernamentales como: la Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Se consultó en línea situaciones de

vulnerabilidad frente a las comunidades que viven cerca o fueron reubicados donde están actualmente los rellenos sanitarios. Así mismo se validó la ubicación de los rellenos sanitarios, a través de las páginas web y secretarias de salud de donde se pudo obtener información de los rellenos sanitarios de los cuales nos referenciamos, para validar las dimensiones de las instalaciones, y las certificaciones de esquemas de ordenamiento territorial, de acuerdo con la Ley que deben estar en conformidad con los planes maestros de uso del suelo urbano.

Cabe destacar que no fue posible trabajar todos los criterios incluidos en la norma debido a la poca información disponible en las bases de datos y de búsqueda, las cuales se mencionan a continuación: Scielo (Brasil, México, España, Argentina, Chile y Colombia), se consultaron los temas referentes al estudio de alternativas para la elección del sitio más apropiado, para la contención de residuos, además de considerar los beneficios y dificultades para el desarrollo del relleno sanitario. El cual pretende realizar un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos, así mismo los diferentes tipos de residuos y su disposición final, el tipo de suelo y las dimensiones para la construcción y puesta en marcha de un relleno sanitario, los tipos de rellenos sanitarios, ventajas y desventajas de los rellenos sanitarios en el medio ambiente y vulnerabilidad del mismo, para este análisis se empleó la búsqueda de documentación con los siguientes criterios de inclusión: marco normativo, construcción de rellenos sanitarios, impacto social de los mismos, almacenamiento de residuos , la transformación del material reciclable y otros métodos de almacenamiento de residuos. Una vez incluidos los documentos que serían tomados como referente para la revisión del tema, se procedió de la siguiente forma: se analizaron los artículos por medio de priorización en busca de respuestas que fueran efectivas frente a la pregunta inicial del planteamiento del problema, sumado a esto se validó la información actualizada en cuanto a la normatividad la cual nos da pie para analizar los factores en materia de la construcción de los rellenos sanitarios, se comparó información frente al manejo y almacenamiento de los residuos en otros países latinoamericanos , una vez priorizados los artículos sus postulados, conceptos y discusiones validaron nuestra postura para dar respuesta a las situaciones que se presentan no solo en Colombia si no en todo el mundo frente a los manejos y el desequilibrio ambiental generado por los rellenos sanitarios.

RESULTADOS

Marco legal para la construcción y manejo de los rellenos sanitarios en Colombia.

> Durante los últimos 50 años, los problemas ambientales globales y la evidencia científica que muestra la enorme carga de la enfermedad con un sustrato causal, condicionante o desencadenante de origen ambiental, ha generado una ola de interés que pasa evidentemente por los interés económicos y políticos de la época, pero que a razón o por fuerza, orienta la necesidad de entender la importancia de un desarrollo sostenible que pueda garantizar la supervivencia de las generaciones presentes y futuras, en una ambiente que es cada vez más inestable" (15).

> El deterioro del ambiente y su impacto sobre la salud humana despiertan el interés de protegerlo desde diferentes instancias, situación que da lugar a conferencias como la de Rio 92 (Cumbre de la Tierra), en la que participaron 178 jefes de Estado y de Gobierno, quienes aprobaron tres grandes acuerdos: el Programa 21, un plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible y la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Se abrieron a la firma dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria: el Convenio Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica (15).

LEY 23 DE 1973

Cuyo objeto es prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del territorio nacional, se declara el medio ambiente como un patrimonio común y se consideran bienes contaminables el aire, el agua y el suelo (15).

La Ley 99 de 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, y se dictan otras disposiciones,

marca una nueva era en la concepción de la problemática ambiental del país con la definición de los fundamentos de la política ambiental en torno al desarrollo sostenible. El desarrollo de la gestión ambiental en el contexto de estos nuevos fundamentos permite identificar la necesidad de orientar los esfuerzos hacia la solución de la problemática ambiental generada en los centros urbanos, en los cuales se encuentra asentada más del 70% de la población colombiana (16).

Conpes 3550 de 2008.

> Para Colombia, la incorporación del ambiente como determinante de la salud ha implicado un avance explícito a través del conpes 3550 de 2008. Se presenta desde lo teórico una visión intersectorial, propende por avanzar en la estrategia de entornos saludables y evoluciona el concepto de salud ambiental como "el resultado de la interacción de factores que operan en distintos niveles de agregación y en el marco de procesos complejos, que van más allá de los componentes tradicionales biológicos, físicos y químicos del medio ambiente. Marco de los factores determinantes de la salud" y se considera de igual forma en el Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021, con una dimensión cuyo propósito es la transformación positiva de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales para promover la salud de las poblaciones, que por sus condiciones sociales son vulnerables a procesos ambientales, se adopta el modelo de salud ambiental para el país - Fuerzas Motrices (FPEEEA), el cual propende por un mejor entendimiento de las relaciones del hombre con la naturaleza para identificar mejor los problemas y avanzar en el trabajo desde la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad, que incluya tanto la intervención estatal como comunitaria (16).

Decreto 1784 de 2017.

> Colombia cuenta con una normatividad que busca promover y facilitar la planificación, construcción y operación de rellenos sanitarios en el país y los procesos para el tratamiento de residuos sólidos. Se trata del decreto 1784 de 2017. Antes del decreto 838 de 2005 teníamos botaderos, luego pasamos a rellenos sanitarios, con este decreto se buscan otros sistemas para mejorar la calidad ambiental de Colombia (17).

El decreto 1713 de 2002 permite que cada territorio decida dónde se debe ubicar su relleno sanitario, teniendo en cuenta el uso del suelo y los instrumentos de Ordenamiento Territorial con los que cuente cada municipio. Esta medida descentraliza las decisiones que antes se tomaban en la capital del país e impulsa el fortalecimiento regional, lo cual, quedó establecido en el artículo 2.3.2.3.3. De la responsabilidad de las Entidades Territoriales, el mismo, plantea textualmente: "Es responsabilidad de los entes territoriales asegurar la prestación de la actividad de disposición final de residuos sólidos, ya sea en su propio territorio o en otra jurisdicción, siempre y cuando participe en la estructuración e implementación de la solución de carácter regional" (17).

Adicionalmente, se deben realizar estudios de localización de áreas que determinan dónde pueden ubicarse los rellenos sanitarios, artículo 2.3.2.3.9. En caso de ser necesario, esos lugares pueden ser declarados de utilidad pública, lo que permite hacer afectación del predio, negociación directa y expropiaciones en caso de requerirse, priorizando así el bienestar general al privado (17).

La reglamentación deja como primera opción para los municipios la implementación de rellenos sanitarios regionales, artículo 2.3.2.3.5. Lo que significa que con un mismo relleno se atiendan varios municipios. Este decreto es una estrategia que beneficia a los usuarios porque incluye tarifas más bajas gracias a la economía de escala, también garantiza una mayor capacidad operativa y mejores controles. Otro de los beneficios que se exponen en este decreto, es que se elevan los estándares de operación haciéndolos más eficientes con un nivel adecuado de conducción y tratamiento de lixiviados, de gases y aumentando los niveles de compactación, artículo 2.3.2.3.11. Todo lo anterior se traduce en el aumento de la vida útil de los rellenos y menores impactos ambientales (17).

Gestión de los rellenos sanitarios en Colombia

La Gestión Integral de los residuos sólidos, es la interacción dinámica entre actores que se desempeñan en los planos institucional, sectorial y regional, en busca de una solución eficiente y equitativa sobre el manejo de los residuos. En el marco de la sustentabilidad

ambiental y de los procesos de urbanización, privatización y descentralización, la gestión integral de los residuos sólidos urbanos constituye hoy una preocupación de singular importancia por sus impactos directos e indirectos, algunos de ellos irreversibles y permanentes, tanto sobre el medio ambiente (aire, agua, tierra, paisaje) como sobre la salud de la población (18).

Los aspectos institucionales y de gestión de los residuos sólidos tienen la máxima importancia en la ejecución de cualquier plan, programa o proyecto. Por muy bien diseñado que esté un programa o proyecto de manejo integral de residuos, si no cuenta con los elementos necesarios de gestión, no podrá ser llevado a cabo de manera satisfactoria. La mayoría de los especialistas y técnicos concuerdan que, el apropiado diseño de la gestión del proyecto tiene la misma importancia o más, que los aspectos técnicos (19).

Teniendo en cuenta las características y necesidades de la población, las instituciones responsables pueden optar por distintas modalidades de operación, esto implica, por ejemplo, hacer una licitación pública, esto permite, para quien administra los recursos, seleccionar la mejor alternativa de operación del sistema (19). Los países de América Latina y el Caribe aún no han superado la visión tradicional de recolectar, transportar y disponer los residuos en el exterior del casco urbano. Muy pocos países tienen plantas formales para la segregación y reciclado de los residuos. La actividad está estrechamente ligada a la informalidad y la inseguridad sanitaria, y está basada fundamentalmente en el valor económico de materiales que ya tienen demanda en el mercado (papel, cartón, latas y vidrio) (20).

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas. Los problemas asociados a la gestión de residuos sólidos en la sociedad actual son complejos (por ej. cantidad y naturaleza diversa de los residuos, desarrollo de zonas urbanas dispersas, limitaciones de fondos para los servicios públicos, impactos de la tecnología, entre

otros), y en consecuencia, si la gestión de residuos sólidos ha de realizarse de una forma eficaz y ordenada, las relaciones y los aspectos fundamentales implicados debiesen ser identificados y ajustados para la uniformidad de los datos, y a su vez, ser comprendidos de forma clara, siguiendo la documentación normativa interpuesta en el decreto 1784 de 2017 (20).

El primer propósito de la gestión integral es evitar la generación; si no es posible evitar, se debe procurar la minimización utilizando el concepto de (reducir, reutilizar, reciclar), para un manejo adecuado de los residuos se requiere el conjunto de tareas e infraestructuras tomando en cuenta que una única infraestructura no es capaz de lograr gestionar la complejidad del manejo de los diferentes residuos. Una gestión avanzada consiste en actividades coordinadas dentro de todos los niveles y áreas responsables del manejo de residuos para lograr una gestión que funciona adecuadamente y posibilitar la mejora continua. A partir de los principios ya estudiados y buscando el logro de los objetivos planteados, se elabora el Plan de Gestión, considerando diferentes alternativas para cada una de las etapas de la gestión de residuos, como lo son el almacenamiento, la recolección, el transporte, los tratamientos intermedios y la disposición final. Para el desarrollo e implantación del Plan de Gestión, es importante entonces realizar una correcta combinación de alternativas y tecnologías las cuales permitirán afrontar las cambiantes necesidades de la gestión de residuos. Así mismo, es de suma importancia que para el desarrollo de la gestión integral de residuos se mantenga una cierta flexibilidad para afrontar los cambios futuros, refiriendo este planteamiento a la habilidad para adaptar las prácticas de gestión de residuos a condiciones variables. Que permitan desarrollar acciones encaminadas en desarrollar estrategias del reusó de los distintos residuos para mejorar las condiciones ambientales; determinando postulaciones y regulaciones normativas que permitan:

- Determinar las actividades a regular. Generalmente recolección y transporte de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) el barrido de calles y áreas públicas, el manejo de residuos especiales y el tratamiento y/o disposición final.
- Definir las características económicas de cada uno. Por ejemplo, la recolección y el transporte se definen como bienes semipúblicos, el barrido como bien público y la disposición final como bien privado.

- Determinar los sujetos de la regulación. Estos son los generadores (productores, comerciantes y usuarios finales) y los operadores (recolectores, operadores de rellenos, cobradores del servicio y recicladores).
- Definir las implicaciones sectoriales del servicio. Estas generalmente serán la salud, el ambiente, el presupuesto público, la calidad de vida, el desarrollo urbano, la economía familiar, el comercio internacional, entre otros (18).

El reciclaje, la termovalorización y el compostaje como medidas para disminuir el uso de los rellenos sanitarios

Inicialmente vale recordar la definición de cada uno de los términos expuestos en los resultados: Reciclaje, termovalorizacion y compostaje, esto para dar más claridad sobre porqué al usar estas medidas se puede llegar a reducir el uso de rellenos sanitarios, lo que sería de gran beneficio para la salud pública y ambiental.

Reciclaje: Operación compleja que permite la recuperación, transformación y elaboración de un material a partir de residuos (20). El reciclaje se cimienta en, que los residuos deben ser tratados como recurso, para luego, reducir la demanda de recursos naturales y la cantidad de materia que requieran una disposición final (21).

Termovalorización: Es un proceso para quemar basura y recuperar la energía de la combustión. Las plantas de termovalorización aprovechan el calor de los residuos mediante una combustión controlada en un sistema cerrado en donde las emisiones se tratan químicamente (22).

Las plantas cuentan con un sistema de medición continua de emisiones y miden en tiempo real la concentración de los componentes de los gases de combustión en cada chimenea. Incluyen sistemas de procesamientos de datos que pueden ser transmitidos en línea y de forma transparente para la autoridad ambiental y el público en general (23).

Compostaje y Lombricultura: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial de Colombia (2006), definió el compostaje como el proceso biológico en presencia de oxígeno, más

frecuentemente utilizado para la transformación de la fracción orgánica (residuos de jardín, residuos sólidos domésticos separados en la fuente) (24).

A pesar de la materia orgánica ser el elemento más abundante en la bolsa de basura, actualmente no se tiene una buena gestión de esta. En la mayoría de las veces se recoge con diferentes residuos no óptimos para reciclaje. La materia orgánica es muy importante para los suelos, muchos de ellos en procesos de desertificación. Es de mucha importancia ejecutar una buena gestión de estos residuos por medio del compostaje (25).

De acuerdo con un artículo publicado en la revista "La Republica" en el 2019, la Superintendencia de Servicios Públicos y Domiciliarios estimaron que en Colombia se podría aprovechar entre el 60% y 70% de los residuos sólidos del país por medio del compostaje. Además, indican que esta práctica puede ser muy útil para los hogares, ya que se estima que el 40% de la basura diaria que se genera es materia orgánica (26).

Por otra parte, el reciclaje y la termovaloirización son el nuevo modelo de disposición de basuras, hay países como Dinamarca que ha logrado tratar el 54 % de los residuos por medio de termovalorización, el 44 % mediante reciclaje y compostaje, y aproximadamente el 1 % mediante relleno sanitario, esto es un proceso gradual, estas soluciones mencionadas no son excluyentes sino complementarias. Es importante destacar que en 2015 el mundo contaba con 1.914 plantas de termovalorización instaladas y en operación, así: 1.350 en Japón, 480 en Europa y 84 en Estados Unidos, y con un crecimiento significativo (16 plantas construidas en los últimos diez años) (27).

En Colombia actualmente hay dudas sobre la viabilidad de la termovalorización, y algunas personas critican que esto genera emisiones de gases como el CO_2 aunque debe aceptarse que todas las tecnologías tienen una huella de carbono, es sustancial centrarse en el análisis de la termovalorización. Esta tecnología consiste esencialmente en una planta termoeléctrica que, en vez de consumir combustibles fósiles como el carbón, el gas, el *fueloil* caso de las termoeléctricas de nuestro país– utiliza RSU, un combustible de menor costo, que ahora es desechable y está ocasionando un grave impacto ambiental y de salud en nuestros rellenos sanitarios y su entorno, particularmente en el Relleno Sanitario Doña Juana (RSDJ) (27).

Se puede concluir que un modelo de gestión sostenible de Residuos Sólidos Urbano (RSU), que se separe del actual modelo de enterramiento, incluiría simultáneamente:

- Reciclaje del material potencialmente reciclable (MPR), compostaje del residuo de origen vegetal, correctamente separado en la fuente, termovalorización para el resto de residuo ordinario y para el rechazo de las plantas de reciclaje y de las plantas de compostaje, y disposición final o relleno sanitario, para enterrar solo el rechazo inerte, cenizas de las plantas de termovalorización (27).

Efectos en salud que se han relacionado con la presencia de rellenos sanitarios en Colombia y en América Latina.

Uno de los rellenos sanitarios más conocidos y mencionados en Colombia es el "Relleno Doña Juana", ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar, Bogotá (28). En un informe realizado por la Alcaldía de Bogotá se menciona que se realizó una revisión de la literatura epidemiológica para ver los efectos en la salud de las personas que viven cerca a los rellenos sanitarios, el resultado de estos fue que entre los síntomas más presentados son la somnolencia, dolores de cabeza y fatiga (28). Cabe resaltar que el mencionado artículo aclara que es difícil saber si esos efectos son de acción toxicológica directa de los productos químicos presentes en los rellenos o si puede ser un efecto del estrés, temor relacionados con la presencia de esos sitios cerca de su vivienda (28).

Se han realizado diferentes estudios, pero los riesgos para la salud son difíciles de cuantificar, sin embargo, de acuerdo con un análisis que se hizo en el sector sobre la atención a los pacientes, se dio que las mujeres son las que más asisten a los centros médicos de la localidad por causa de enfermedades inflamatorias de órganos pélvicos, trastornos episódicos del sistema nervioso, enfermedades del esófago, del estómago y del duodeno y dermatitis atípica (28).

Los niños menores de 1 año presentan con alta frecuencia enfermedades del sistema respiratorio, alcanzan el mayor número de atenciones, las cifras exactas que se presentan

son del 30 % en Usme, y el 36 %, en Ciudad Bolívar, del total de eventos reportados en este grupo etario. Bogotá, D. C., registró 540.124 atenciones relacionados con patologías respiratorias en el periodo 2010-2016, equivalentes al 26,5 % del total de registros (28).

Otro evento que llama la atención es la diarrea y gastroenteritis, la dermatitis y las enfermedades de la tráquea y de los bronquios, estas presentan un número significativo de atenciones en Ciudad Bolívar y Usme, que son las zonas aledañas a este relleno sanitario (28).

Se realizo además un estudio con respecto a los efectos potencialmente negativos en la salud de la población que vive en el área de influencia del botadero "Navarra" de la ciudad de Cali. Se concluyo que la exposición al botadero se asoció a una probabilidad más alta de desarrollar síntomas respiratorios y a mayores costos familiares relacionados con el desarrollo de esos síntomas en niños (29).

También se realizó otro estudio, para evaluar el impacto de un sitio de disposición final de residuos sólidos sobre la salud respiratoria de adultos mayores de 50 años que vive en el área de influencia del botadero descrito previamente. Se concluyo que la salud respiratoria de los adultos mayores de 50 años expuestos al Botadero de Navarro está afectada con una mayor presencia y cronicidad de síntomas respiratorios moderados y una disminución de la función pulmonar (30).

Se ha evidenciado, que los diferentes residuos no presentan un tratamiento y clasificación adecuada en un relleno sanitario, por lo cual dentro de estos se encuentran residuos peligrosos tal es el caso de los elementos de limpieza y aseo, aparatos electrónicos y electrodomésticos, plaguicidas, pinturas y barnices en general, medicinas y medicamentos, productos para los automóviles. De estos elementos de consumo se derivan bombillos y lámparas fluorescentes, pilas y baterías, cilindros de gas, residuos eléctricos y electrónicos, tóner y cartuchos vencidos, medicamentos vencidos, envases contaminados, trapos contaminados, residuos biosanitarios, entre otros, los cuales no se deben mezclar con los residuos orgánicos de cada vivienda ya que estos deben de tener un tratamiento especial debido a la contaminación que pueden causar, además de los efectos nocivos salud dentro de los cuales se describen, efectos crónicos nocivos, producidos por los contaminantes en el

aparato respiratorio, y efectos agudos entre los cuales pueden considerarse la faringitis, laringitis, traqueítis y la neumonía, donde la población más susceptible son los niños menores de 5 años (31).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En la actualidad los rellenos sanitarios son instalaciones diseñadas para operar de manera continua, obras de saneamiento y recuperación de residuos que son producidos en pequeñas y grandes empresas, instituciones educativas, hogares, entre otros, condición inherente a la vida del ser humano en sociedad. En las últimas décadas se ha producido un mayor incremento de residuos sólidos, orgánicos e Inorgánicos, reciclables, no reciclables, peligrosos y no peligrosos, que generan al medio ambiente daños inminentes muy difícil de recuperar situación que genera retos a nivel global para el trasporte y el almacenamiento de estos, constituyéndose esta situación a su vez un tema de interés en salud pública (9, 32, 33).

Conociendo las múltiples problemáticas que existen en el país en el tema ambiental, podría afirmarse que la gestión de los residuos sólidos en Colombia es uno de los aspectos que reviste una mayor importancia ya que en los últimos años, se han aumentado la iniciativa para alcanzar cifras significativas en el aumento del reciclaje a nivel nacional, que no logrado el alcance esperado (34).

Si bien, los rellenos sanitarios son una tecnología idónea, sobre todo en un país como Colombia, para la eliminación de los residuos sólidos debido a sus bajos costos de operación y mantenimiento, además de generar empleo para mano de obra no calificada, su construcción y operación acarrea diversos impactos ambientales que, de no ser mitigados adecuadamente, producen también múltiples afectaciones por cuenta de malos olores, proliferación de vectores e incontrolado manejo de lixiviados (35, 36).

Los rellenos sanitarios constituyen una solución con efectividad y a bajo costo, pero aumenta la resistencia por parte de la comunidad debido a las falencias que se evidencian en su operación por esta causa la normatividad actual exige realizar adecuaciones para

minimizar los impactos ambientales y sanitarios generados por los rellenos sanitarios intensificando en:

(1) Optimizar las plantas de tratamiento de los lixiviados con el fin de cumplir la norma de vertimientos y proteger los mantos de aguas.
(2) Mejorar el manejo de los taludes de almacenamiento de residuos compactados
(3) Reparar y mantener en buen estado la capa asfáltica de la vía principal que cubre el recorrido de la puerta de acceso hasta la zona del relleno, para evitar el impacto por los lixiviados de los carros de transporte (37).

Un mejor manejo de residuos en los rellenos sanitarios depende mucho de lo que hacemos en nuestros hogares y lo que hacen las grandes fábricas y miles de comercios con la basura. La reducción y reutilización de residuos en nuestros lugares de vida y trabajo es quizás la parte más importante de todo. Las soluciones para los residuos dependen del impacto social, económico y ambiental de las opciones que existen para gestionarlos. Por ejemplo, algunos residuos plásticos encuentran aplicaciones ambientales, aparte de que puede ser no viable su reciclaje. En el caso de vidrio, a veces el costo de reciclar es muy alto y por tanto preferible comenzar de nuevo. Por su parte, el aluminio y otros metales son buenos para el reciclaje (36).

Los rellenos sanitarios son importantes para la eliminación de los residuos sólidos, debido a que tienen sus beneficios, entre estos encontramos que puede ubicarse cerca al área urbana, evita los problemas de cenizas y de materiales que no se descomponen, permite utilizar terrenos considerados improductivos y como se mencionó previamente tiene bajos costos de operación y mantenimiento, y genera empleo para mano de obra no calificada, y la mas importante es que en ocasiones no existen otras opciones por los costos, la falta de información o el rebosamiento de otras técnicas (36).

Sin embargo, como se ha mencionado previamente, los rellenos sanitarios tienen un gran impacto sobre la salud pública, debido a las afectaciones sobre el medio ambiente y sobre la salud de los seres vivos. Entre las muchas desventajas que poseen los rellenos sanitarios encontramos que los olores provocados por residuos pueden ser desagradables y presentar riesgos de salud, si se encuentran mal diseñados y sin cumplimiento de las

normatividad producen un exceso de gases efecto invernadero, exigen extensas áreas aisladas, exigen características geológicas especiales, genera emisiones de metano y C02, generan efluentes líquidos (lixiviados) y gaseosos nocivos para las acuíferos y el aire, generan uso ineficiente de materiales de Residuos Sólidos Urbano (RSU) y lo mas importante, los rellenos sanitarios por cuestiones de estabilidad y vida útil, tienen un tiempo determinado y en la actualidad en Colombia, estos sobrepasan su vida útil, lo que puede acarrear mayor cantidad de las complicaciones de las previamente mencionadas (37 - 39). Además, como menciono en la revisión, se han revisado estudios que evalúan el impacto de estos sobre la vida de los seres humanos, encontrando aumento de la presencia y cronicidad de síntomas respiratorios.

Después de haber realizado la revisión y análisis, nos permite concretar los rellenos sanitarios representan un problema ambiental y para la salud de los seres vivos. Las soluciones que genera en cuanto a sus bajos costos de producción y mantenimiento son temporales y a largo plazo desbordan los efectos nocivos en salud pública. Sin embargo debido a su necesidad, en un país como Colombia, se propone un modelo de gestión sostenible de los residuos que incluya reciclaje del material potencialmente reciclable (MPR), compostaje del residuo de origen vegetal, correctamente separado en la fuente, termovalorización para el resto de residuo ordinario y para el rechazo de las plantas de reciclaje y de las plantas de compostaje, y disposición final o relleno sanitario, para enterrar solo el rechazo inerte, cenizas de las plantas de termovalorización, respetando tiempos de vida útil y reglamentación requerida.

BIBLIOGRAFIA

1. Jaramillo Henao, Gladys, y Liliana María Zapata Márquez. *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia*. 2008. *bibliotecadigital.udea.edu.co*, http://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/45.
2. Castañeda, Chárol Kátherin Vélez, et al. «Diagnóstico del manejo de residuos sólidos: un análisis comparativo de los diferentes procesos del sector textil-confección en la ciudad de Medellín». *REVISTA POLITÉCNICA*, vol. 15, n.º 30, diciembre de 2019, pp. 9-16. *revistas.elpoli.edu.co*, doi:10.33571/rpolitec.v15n30a1.
3. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Informe nacional. Disposición final de residuos sólidos. Bogotá; 2018.
4. «Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos». *World Bank*, https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management. Accedido 15 de junio de 2021
5. Ing. Doraida Socorro Rodríguez Sordía, División de Educación continua y a distancia Michoacán. CARACTERÍSTICAS E IMPORTANCIA DE LOS RELLENOS SANITARIOS. - Buscar con Google. https://www.google.com/search?q=Ing.+Doraida+Socorro+Rodr%C3%ADguez+Sord%C3%ADa%2C+Divisi%C3%B3n+de+Educaci%C3%B3n+continua+y+a+distancia+Michoac%C3%A1n.+CARACTER%C3%8DSTICAS+E+IMPORTANCIA+DE+LOS+RELLENOS+SANITARIOS.&oq=Ing.+Doraida+Socorro+Rodr%C3%ADguez+Sord%C3%ADa%2C+Divisi%C3%B3n+de+Educaci%C3%B3n+continua+y+a+distancia+Michoac%C3%A1n.+CARACTER%C3%8DSTICAS+E+IMPORTANCIA+DE+LOS+RELLENOS+SANITARIOS.&aqs=chrome.0.69i59.8259j0j4&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Accedido 15 de junio de 2021.
6. Noguera, K. M. & J. T. Olivero: Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 34 (132): 347-356, 2010. ISSN 0370-3908 - Buscar con Google. https://www.google.com/search?q=Noguera%2C+K.+M.+%26+J.+T.+Olivero%3A+Los+rellenos+sanitarios+en+Latinoam%C3%A9rica%3A+caso+colombiano.+Rev.+Acad.+C

olomb.+Cienc.+34+(132)%3A+347-356%2C+2010.+ISSN+0370-3908&oq=Noguera%2C+K.+M.+%26+J.+T.+Olivero%3A+Los+rellenos+sanitarios+en+Latinoam%C3%A9rica%3A+caso+colombiano.+Rev.+Acad.+Colomb.+Cienc.+34+(132)%3A+347-356%2C+2010.+ISSN+0370-3908&aqs=chrome..69i57.1871j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. Accedido 15 de junio de 2021.

7. Ullca, Jose. «Los Rellenos Sanitarios». *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, n.º 4, 2005, pp. 2-17.
8. Monterrosa H. ELR. Colombia podría aprovechar 40% de las toneladas de residuos que genera anualmente [Internet]. 2019 [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-podria-aprovechar-cerca-de-40-de-los-116-millones-de-toneladas-de-residuos-que-genera-al-ano-2813141
9. Informedisposicionfinalano2015-sspd1.pdf [Internet]. [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/SSPD%20Publicaciones/Publicaciones/2018/Oct/informedisposicionfinalano2015-sspd1.pdf
10. tdicolombia.com.co: Rellenos sanitarios del país en la lupa de la Contraloría - Resoluciones de Nombramiento - Contraloría General de la República. https://www.contraloria.gov.co/contraloria/talento-humano/resoluciones-de-nombramiento?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=1791136&_101_type=content&_101_urlTitle=tdicolombia-com-co-rellenos-sanitarios-del-pais-en-la-lupa-de-la-contraloria&inheritRedirect=false. Accedido 15 de junio de 2021.
11. «Alertan por capacidad de rellenos sanitarios en el país». ACODAL, 24 de abril de 2015, https://www.acodal.org.co/alertan-por-capacidad-de-rellenos-sanitarios-en-el-pais/.
12. Untitled. https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201784%20DEL%2002%20DE%20NOVIEMBRE%20DE%202017. Accedido 15 de junio de 2021.

13. Tiempo, Casa Editorial El. «El desafío para manejar las basuras en cuatro capitales de Colombia». El Tiempo, 12 de marzo de 2019, https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/situacion-de-los-rellenos-sanitarios-en-las-capitales-de-colombia-336912.
14. Semana. «Contraloría advierte deterioro progresivo de los rellenos sanitarios de Colombia». Semana.com Últimas Noticias de Colombia y el Mundo, 10 de octubre de 2020, https://www.semana.com/pais/articulo/rellenos-sanitarios-en-colombia-estan-en-deterioro-prograsivo-segun-contraloria/303100/.
15. Ley 23 de 1973 - EVA - Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9018. Accedido 18 de junio de 2021.
16. María O. Garzón-Duque1; Doris Cardona-Arango2; Fabio L. Rodríguez-Ospina3; Ángela M. Segura-Cardona4. Perspectivas teóricas y metodológicas para el estudio del ambiente como determinante de la salud.
17. Untitled. ---. http://www.regiones.gov.co/prensa/2017/Paginas/Decreto-rellenos-sanitarios-.aspx. Accedido 15 de junio de 2021.
18. Rondón Toro, Estefani, et al. Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. julio de 2016. repositorio.cepal.org, https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407.
19. Residuos Sólidos. https://www.corantioquia.gov.co/SitePages/gestiointegralresiduossolidos.aspx. Accedido 15 de junio de 2021.
20. *Gobierno Nacional expide pautas para el manejo de residuos durante la pandemia | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/4680-gobierno-nacional-expide-pautas-para-el-manejo-de-residuos-durante-la-pandemia. Accedido 15 de junio de 2021.
21. Alvarez-Carina.pdf [Internet]. [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/Alvarez-Carina.pdf
22. Página 12. Qué es la termovalorización [Internet]. 2018 [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.pagina12.com.ar/112376-que-es-la-termovalorizacion

23. Ruocco F. Termovalorización: la ciencia de generar energía con basura [Internet]. EL CRONISTA. 2018 [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: https://www.cronista.com/columnistas/Termovalorizacion-la-ciencia-de-generar-energia-con-basura-20180413-0021.html

24. manual-compostaje.pdf [Internet]. [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: http://www.earthgreen.com.co/descargas/manual-compostaje.pdf
25. «Compostaje: residuos orgánicos». Amigos de la Tierra, 19 de enero de 2015, https://www.tierra.org/compostaje/.
26. S.A.S, Editorial La República. Solo el 17% de los residuos sólidos de Colombia son reciclados, advirtió el DNP. http://www.agronegocios.co/clima/solo-el-17-de-los-residuos-solidos-de-colombia-son-reciclados-advirtio-el-dnp-2970019. Accedido 15 de junio de 2021.
27. Reciclaje y termovalorización, parte del modelo de gestión sostenible de residuos sólidos urbanos. https://unperiodico.unal.edu.co/pages/detail/reciclaje-y-termovalorizacion-parte-del-modelo-de-gestion-sostenible-de-residuos-solidos-urbanos/. Accedido 15 de junio de 2021.
28. Lara, Hector. Situación de salud de la población circunvecina al relleno sanitario Doña Juana. Bogotá, D. C., 2010-2016 | SALUDATA. https://saludata.saludcapital.gov.co/osb/index.php/2019/10/31/situacion-de-salud-de-la-poblacion-circunvecina-al-relleno-sanitario-dona-juana-bogota-d-c-2010-2016/. Accedido 15 de junio de 2021.
29. Girón, Sandra Lorena, et al. «Impact of an open waste disposal site on the occurrence of respiratory symptoms and on health care costs of children». Biomédica, vol. 29, n.º 3, 2009, pp. 392-402. revistabiomedica.org, doi:10.7705/biomedica.v29i3.11.
30. Filigrana, Paola Andrea, et al. «Impact of a Waste Disposal Site on Adult Respiratory Health». *Biomédica*, vol. 31, n.º 3, 2011, pp. 322-34. *revistabiomedica.org*, doi:10.7705/biomedica.v31i3.346.
31. Tovar Artunduaga, Mireya, et al. «Impacto en la salud por el inadecuado manejo de los residuos peligrosos». *Ingenierías USBMed*, vol. 6, n.º 2, diciembre de 2015, pp. 46-50. *DOI.org (Crossref)*, doi:10.21500/20275846.1731.

32. Pérez, Jorge. (2002). Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales : una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones.
33. OECD y Economic Commission for Latin America and the Caribbean. OECD Environmental Performance Reviews: Colombia 2014. OECD, 2014. DOI.org (Crossref), doi:10.1787/9789264208292-en.
34. Ramírez Hernández, Omar. «Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país». *Revista internacional de contaminación ambiental*, vol. 31, n.º 3, 2015, pp. 293-310.
35. Cubillo P. 2.1.1 MÉTODO DE TRINCHERA O ZANJA. :21.
36. RELLENO SANITARIO. https://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm. Accedido 15 de junio de 2021.
37. «Relleno sanitario Doña Juana ¿una solución llena de problemas?» Derecho del Medio Ambiente, 19 de febrero de 2019, https://medioambiente.uexternado.edu.co/relleno-sanitario-dona-juana-una-solucion-llena-de-problemas/.
38. Vélez-Pereira A, Camargo Caicedo Y. EMISIONES DE BIOGAS PRODUCIDAS EN RELLENOS SANITARIOS. En 2009.
39. Chavez WM. Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx. noviembre de 2011;111.
40. Alvarez-Carina.pdf [Internet]. [citado 9 de diciembre de 2020]. Disponible en: http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2013/05/09/Alvarez-Carina.pdf