

Residuos Sólidos y Cambio Climático

Solid Waste and Climate

Ciro Alfonso Serna Mendoza^{1,a}, Diana Sofia Serna Giraldo^{1,b}

Recibido: 02/11/2022 - Aprobado: 27/11/2022 – Publicado: 31/12/2022

RESUMEN

El presente trabajo, toma como referencia, una discusión alrededor de lo que significan los residuos sólidos en el ámbito del cambio climático. Los análisis bibliográficos colocan en la discusión lo complejo que se está volviendo el tratamiento de este tema, en los ámbitos prácticos. La presente investigación, se propuso como objetivo fundamental establecer la relación existente entre los residuos sólidos y el cambio climático. Este aspecto, es de fundamental importancia debido a que en la práctica no suele establecerse dicha relación. Por el contrario, lo que se suele encontrar en la literatura son estudios que realizan análisis aislados. Para el desarrollo del cumplimiento, del objetivo principal se llevó a cabo una revisión de fuentes secundarias, procedente de diferentes bases de datos, en donde se encontró una literatura profusa sobre el tema objeto de estudio. Al revisarse, la literatura se encuentra que los residuos sólidos vienen produciendo una gran cantidad de contaminantes, que van desde la contaminación atmosférica, hasta afectar la salud humana. Lo anterior permitió concluir, que se hace necesario el establecimiento de políticas públicas que permitan trabajar en los territorios las problemáticas atinentes al mal manejo que se les da a los residuos sólidos.

Palabras claves: alternativas ambientales, análisis multicriterio, cambio climático, residuos sólidos, resiliencia.

ABSTRACT

This paper takes as a reference a discussion about what solid waste means in the field of climate change. The bibliographical analyzes place in the discussion how complex the treatment of this topic is becoming, in practical areas. The present investigation was proposed as a fundamental objective to establish the relationship between solid waste and climate change. This area is of fundamental importance because in practice this relationship is not usually established. On the contrary, what is usually found in the literature are studies that carry out isolated analyses. For the development of compliance, the main objective was carried out a review of secondary sources, from different databases, where a profuse literature was found on the subject under study. When reviewing the literature, it is found that solid waste has been producing many pollutants, ranging from air pollution to affecting human health. The foregoing allowed us to conclude that it is necessary to establish public policies that allow working in the territories on the problems related to the mismanagement that is given to solid waste.

Keywords: climate change, environmental alternatives, multicriteria analysis, solid waste, resilience.

1 Universidad de Manizales, Colombia

a Director posdoctorado en ciencias de la tierra y el medio ambiente.

Autor para correspondencia: redesomciro@hotmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3192-9771>

b Doctora en desarrollo sostenible. E-mail: dssg15@gmail.com – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8996-5156>

I. INTRODUCCIÓN

Un residuo es algo que carece de valor de uso y, por tanto, de valor de cambio. Más aún, como los desperdiciamos resultan molestos y estamos dispuestos a pagar para que nos libren de ellos; podemos concluir que tienen un valor negativo, es decir, son un mal social (André & Cerdá, 2006). Por lo anterior, corresponde a las organizaciones diseñar sus operaciones para hacer realidad la sostenibilidad como un objetivo estratégico; además de la consideración, como un factor de responsabilidad social (Rodrigues et al., 2018). La prevención, reutilización, reciclaje, recuperación y como opción menos referida la eliminación, se convierten en estrategias importantes para mitigar el impacto ambiental que genera los residuos sólidos en relación con el cambio climático (Lauselet et al., 2017). La preocupación por la salud se ha establecido como un importante predictor de la asignación de valor económico relacionado con la mejora del servicio de residuos sólidos, como el reciclaje (Adam et al., 2015).

El objetivo de la investigación consiste en resaltar la incidencia que tienen los residuos sólidos sobre el cambio climático. Como medios de información utilizados en la búsqueda de la respuesta al objetivo planteado, se revisaron investigaciones relacionadas con el proceso de gestión de residuos sólidos y las posibles alternativas de solución a la problemática de contaminación generada por dichos residuos, entre ellas el enfoque del análisis del ciclo de vida de los productos.

En la vida contemporánea, se ha venido insistiendo mucho en los ámbitos atinentes a los residuos sólidos, lo peligrosos que se pueden volver si no se incurre en un adecuado manejo, pero al transversalizar esta discusión con el tema del cambio climático el problema se vuelve más complejo, debido a la situación que representa o representan las variaciones del clima planetario como consecuencia del exceso de residuos sólidos que a diario se generan.

El cambio climático, produce importantes trastornos en la conservación de la vida humana. Producir, por ejemplo, excesivo plástico, genera una contaminación excesiva en la masa marina, y de las fuentes hídricas. Todo esto, conlleva a una alteración de los ciclos climáticos, que más temprano que tarde, originará múltiples desastres planetarios (Gutiérrez Martín, 2014).

Ahora bien, el proceso que se lleva a cabo en la investigación nos plantea la necesidad de trabajar más en el ámbito de las políticas públicas que permitan permear, las condiciones para lograr de manera eficiente que se logren mitigar los efectos del cambio climático, y se neutralicen los efectos fatídicos de la excesiva contaminación que produce la abundancia de residuos sólidos en el planeta.

El objetivo prioritario del trabajo fue a partir de las fuentes secundarias revisar cómo se está explicando en la literatura contemporánea, la relación de los residuos sólidos y el cambio climático y los efectos que sobre la sociedad tiene el mal manejo de los residuos.

II. MÉTODOS

La consulta bibliográfica se tomó de bases de datos: Scopus, ScienceDirect, Tesis en Red, Google Scholar, Bases de datos multidisciplinarias, de los años más recientes, integrando algunos elementos de ciencia de datos y bibliometría.

Para lograr los resultados que se plantearon en el estudio, se hizo uso de fuentes secundarias, y se procedió a analizarlas con el fin de conocer cómo en la literatura contemporánea, se viene planteando la relación residuos sólidos y cambio climático.

Al revisar dicha literatura, se encuentra que es profusa, por lo cual se hizo necesaria delimitarla a una serie cronológica, que permitiera poder identificar períodos de tiempo más concisos para identificar las problemáticas más recurrentes.

Cuando se revisaron a conciencia, el total de artículos que se lograron identificar se procedió a identificar las características más comunes a dichos textos y a partir de ahí, generar inferencias que se sirvieran para conocer problemáticas comunes y soluciones que se vienen planteando a nivel mundial. Posteriormente, se identificaron políticas públicas, que orientan soluciones a las distintas problemáticas identificadas.

Ahora bien, para la revisión de las fuentes secundarias, se partió inicialmente, de una revisión de cinco mil artículos, los cuales se fueron depurando, para encontrar la relación existente entre residuos sólidos y el cambio climático. Esto nos dio un total de artículos de mil quinientos. Pero con el objetivo de reducir más el número de artículos, incluimos un nuevo elemento el cual consistió en verificar cuáles de los mismos incluían aspectos relacionados con políticas públicas, encontrándose una gran sorpresa

que los que incluían estos aspectos eran pocos, se encontraron doscientos artículos a partir de los cuales se generó la discusión.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la bibliografía que se consultó, haciendo uso de la ciencia de datos, aparece un consenso de los peligros que representa para la raza humana, y los ecosistemas estratégicos que se derivan para la conservación de la vida el excesivo aumento de los residuos sólidos que se presentan.

Los seres humanos, nos estamos ahogando con tanta basura, contaminación y sobre todo, con los trastornos climáticos que genera la excesiva contaminación ambiental.

La mayoría de los autores consultados, coinciden con este aspecto. De ahí que se llame la atención en el hecho, de poder trabajar más en la economía circular tendiente a mitigar esta contaminación en exceso y por ende mitigar los efectos del cambio climático.

Cuando se incurre en una revisión rigurosa, de la relación residuos sólidos y cambio climático, son varios los

aspectos que salen a relucir, y que por ende se constituyen en hallazgos:

Es prioritario trabajar, en diseñar políticas públicas orientadas al manejo de los residuos sólidos en los distintos países.

Es importante, crear las condiciones para la mitigación del riesgo y el cambio climático.

Se necesita que la población mundial, se comprometa con acciones encaminadas a la búsqueda de soluciones que permitan lograr reorientar los procesos socioeconómicos, planetarios y comunitarios hacia ámbitos más comprometidos con el desarrollo social.

Como ya se comentó en la metodología, después de haber realizado una depuración del número de artículos a ser estudiados, se centró la búsqueda en doscientos, los cuales mostraban una adecuada relación entre el cambio climático y los residuos sólidos y las propuestas para políticas públicas.

Los hallazgos importantes en la revisión se centran en los siguientes aspectos:

-El 30% de los artículos revisados, hacen énfasis en estudios de caso, es decir se centran en regiones específicas y abordando problemáticas locales.

-80% de las revisiones, hacen énfasis en la relación cambio climático-residuos sólidos, pero teniendo en cuenta componentes técnicos, esto quiere decir que falta mucho más análisis para enfocar la discusión que explique dicha relación.

En síntesis, hace falta más literatura sobre el tema, que profundice la relación propuesta de una manera no tan técnica, y que realice una discusión desde un ámbito más universal, y no tan local a efecto de poder trazar políticas públicas, más de carácter global.

3.1. Estado actual de los residuos

El incremento de residuos ha generado un impacto negativo en el hombre, porque han contribuido a deteriorar intensivamente el medio ambiente en las últimas tres décadas; los procesos de recolección de basuras y la industria de eliminación de residuos, se han visto afectadas por el creciente volumen de desechos sólidos urbanos, lo que fomenta el colapso de los rellenos y los impactos negativos sobre la calidad ambiental (Arbulú Villanueva, 2014).

El manejo de residuos sólidos municipales es un problema ambiental importante, que enfrentan las ciudades modernas debido a los riesgos para los humanos, así como las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con el cambio climático (Jia et al., 2018). La problemática sobre el consumo ha desbordado los límites de la naturaleza generando un impacto negativo en la sostenibilidad de una región, sobre todo en los países subdesarrollados que presentan incapacidad de controlar la cantidad de desechos que genera la humanidad. En un mundo altamente urbanizado, el manejo de desechos sólidos es un problema

principal en todas las ciudades. En los países en desarrollo, la mayoría de los municipios no tienen recursos económicos suficientes para cumplir con sus responsabilidades de proporcionar los servicios básicos de recolección de residuos, mientras que el crecimiento incontrolado de asentamientos informales sin planificación urbana complica aún más el manejo adecuado de todo el sistema (Guerrero García, 2015). Los residuos sólidos generados por el consumo trascienden en las aguas residuales afectando de una u otra manera las redes de acueducto y alcantarillado de una ciudad, así como se evidencia en el siguiente caso: cuando se establece el clima seco, el suelo se encoge a medida que se seca, lo que provoca que las tuberías de agua y las alcantarillas se agrieten y las haga vulnerables a la infiltración y la filtración de agua y aguas residuales. Los efectos combinados de temperaturas más altas, mayores concentraciones de contaminantes, tiempos de retención más largos y sedimentación de sólidos conducen a una corrosión creciente de las alcantarillas, una vida útil de los activos más corta, más contaminación del agua potable y mayores costos de mantenimiento (Jiménez Cisneros & Oki, 2014)

Debido a las condiciones externas e internas, los países y regiones en desarrollo, especialmente los países menos adelantados, los países sin litoral y los pequeños estados insulares en desarrollo, éstos se ven obligados a utilizar y explotar de manera insostenible sus recursos naturales para generar ingresos, hacer reembolsos de la deuda y aún lograr su propio crecimiento económico. Según Patz et al. (2011), las prácticas de globalización de forma asimétrica y desequilibrada generan y transfieren efectos secundarios perjudiciales a países que a menudo no cuentan con políticas públicas efectivas o estructuras de gobernanza para contrarrestar o adaptarse a estos impactos.

Dado que los países desarrollados consumen muchos más recursos ambientales y producen más desechos que los países en desarrollo, muchos problemas ambientales tales como: el cambio climático, la pérdida de diversidad de especies, gestión de recursos genéticos mundiales, deforestación y degradación de las tierras, deben resolverse mediante una asociación global de países desarrollados y en desarrollo. Debido a lo anterior, el desarrollo económico equitativo es clave para abordar los problemas ambientales de manera sostenible y a largo plazo, tanto en las regiones en desarrollo como en las desarrolladas (Denton et al., 2014). Se resalta la importancia de continuar fortaleciendo en los países las prácticas ambientales agrícolas e industriales, la gestión del agua y los desechos sólidos, entre otras, como alternativa hacia un mayor aprovechamiento de los residuos, haciendo énfasis en la eficiencia energética, el progreso en el uso de renovables, y la generación de energía como una alternativa al uso de combustibles fósiles. Por otro lado, lo urbano, visto como una forma de encuentro y reunión de todos los elementos que constituyen la vida social, es considerado como un espacio afectado por el aumento incesante de la población, lo cual se vuelve cada vez más insostenible e incontrolable, perjudicando el bienestar de los habitantes (Bermejo Gómez De Segura, 2014). Así mismo, el incremento significativo de la población y el consumo, repercute en la seguridad alimentaria y la sostenibilidad, como lo demuestran algunas estadísticas: la población mundial llegó a siete mil millones de personas en 2011, la

falta de oportunidades de sustento en las áreas rurales para sostener este rápido crecimiento de la población (en solo 12 años la población aumentó en mil millones de personas), ha resultado inevitablemente en el cambio, el ritmo y escala de la demografía global, la migración y la urbanización son las principales consecuencias del crecimiento demográfico, por lo que las ciudades se convirtieron en hogar de la mitad de la población mundial en 2007, y las proyecciones indican que para 2050 la población mundial crecerá en casi 3.000 millones hasta un total de 6.300 millones (Guerrero García, 2015). Respecto al sector agrícola, en particular lo referido a la provisión alimentaria, se verá afectada por el crecimiento poblacional y el cambio climático, como se evidencia en un informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación – FAO. Según Vermeulen et al. (2012), se espera que los impactos del cambio climático en los sistemas alimentarios sean generalizados, complejos, variables temporal y geográficamente, y profundamente influenciados por las condiciones socioeconómicas.

Los esfuerzos para aumentar la producción de alimentos son cada vez más importantes, ya que las estimaciones registran que se necesitará un 60% más de alimentos para el 2.050 teniendo en cuenta las tendencias actuales de consumo de alimentos y asumiendo que no hay una reducción significativa en el desperdicio de alimentos (Porter & Xie, 2011).

El crecimiento poblacional también ha afectado el consumo, desbordando la generación de residuos como se evidencia en las siguientes estadísticas: Los análisis empíricos con datos macroeconómicos indican que la generación de desechos sólidos per cápita es de al menos 0,3-0,4 kilogramos por día, incluso para las personas más pobres. En general, un aumento del 1% en la población se asocia con un aumento del 1.04% en la generación de desechos sólidos, y un aumento del 1% en el ingreso per cápita se asocia con un aumento del 0.34% en la generación total de desechos sólidos (Jia et al., 2018). Teniendo en cuenta que la mayoría de los países en desarrollo todavía se encuentran en la etapa inicial de su proceso de urbanización y desarrollo económico, se considera que un rápido aumento en la generación de desechos sólidos resulta ser inevitable en el mundo en desarrollo (Guerrero García, 2015; Wang et al., 2013). Otro comentario sobre la incidencia de los residuos en la población se evidencia en muchas ciudades de África, Asia y América Latina, que enfrentan serios problemas para administrar sus desechos.

Dos de los principales problemas son la recolección insuficiente y el final inapropiado de la eliminación de desechos. A pesar de gastar cada vez más recursos, muchas ciudades, particularmente en África y Asia, recolectan menos de la mitad de los desechos generados. La mayoría de los desechos se eliminan en vertederos a cielo abierto, depositados en terrenos baldíos o quemados por residentes en sus patios traseros. La recolección insuficiente y la eliminación inadecuada generan importantes problemas de contaminación y riesgos para la salud humana y el medio ambiente. Más de mil millones de personas que viven en bajos ingresos las comunidades y los barrios de tugurios carecen de servicios apropiados de gestión de residuos dado que rápido crecimiento de la población y la urbanización

en muchas ciudades, el manejo de los desechos tiende a deteriorarse aún más (Medina, 2011).

3.2. Alternativas Ambientales de gestión de residuos sólidos

Desde el punto de vista de las organizaciones, la gestión de residuos sólidos es necesaria porque contribuye a mejorar los procesos de: planeación, dirección, organización y control en el sector de la producción, fundamentada en altos estándares de calidad ambiental, abordándose desde dos estrategias básicas: el tratamiento de los residuos producidos, previo vertido o almacenamiento, y la adopción de medidas que eviten o minimicen la eliminación de los mismos (Mohamed, 2015). Lo anterior se complementa con la formulación de una estrategia organizacional orientada a los procesos de producción de las empresas con base en el Análisis del Ciclo de Vida – ACV, la cual se define como la metodología que determina los potenciales impactos ambientales asociados con un producto o servicio, desde la extracción de la materia prima hasta su disposición final. La incineración es uno de los procesos térmicos que pueden aplicarse en el tratamiento de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para disminuir la cantidad de ellos y/o aprovechar la energía que contienen. Los aspectos medioambientales y humanos que causan mayor preocupación son las emisiones atmosféricas, especialmente las dioxinas y foranos, las escorias y cenizas formadas, lo que conlleva a fortalecer el monitoreo sobre los gases de efecto invernadero, que producen las incineradoras con el propósito de proteger la contaminación del aire y los efectos tóxicos que causan en los animales y las plantas como el incremento del calentamiento global y la amenaza en la disminución de la capa de ozono. También deben generarse nuevas prácticas ambientales para contrarrestar los residuos que no alcanzan a eliminarse por la incineración, los cuales deben ser vertidos en adecuados sitios de disposición final (Al-Salem et al., 2009).

Es importante tener en cuenta que los residuos contienen componentes amenazantes para el clima y la humanidad, que son aprovechados mediante procesos biológicos tales como la biometanización y el compostaje, entendida como un proceso de digestión anaerobia y aerobia respectivamente. Este tipo de prácticas ambientales contribuyen, de una u otra manera, a contrarrestar la contaminación que generan los residuos, generando emisiones y malos olores (Gutiérrez Martín, 2014).

Dos de los contaminantes más importantes en el calentamiento global, emitidos durante la disposición final o la quema a cielo abierto, son el metano y el carbono negro. Se estima que la disposición de residuos urbanos y el tratamiento de aguas residuales contribuyen con 17% de emisiones de CH₄ y la quema a cielo abierto, con 2% de emisiones de carbono negro (UNEP, 2011). Asia es responsable de 46% de las emisiones globales de metano; América del Norte y Europa, del 28%; América Latina, del 14%, y África, del 12%. África. Si no se realizan esfuerzos de mitigación, se espera un crecimiento de 25% de las emisiones de CH₄, para el 2030 (Gutiérrez Avedoy, 2003). Para ello se han diseñado herramientas encaminadas a contribuir a la toma de decisiones dentro de la gestión de residuos: el análisis de Coste Beneficio, el análisis multicriterial y el análisis del Ciclo de Vida del producto;

estas herramientas permiten evaluar los efectos positivos y negativos de un proyecto, facilita analizar la evaluación de un conjunto de alternativas, bajo distintos criterios, y la identificación, clasificación y cuantificación de cargas contaminantes de un producto, un proceso o una actividad desde su concepción hasta su efectiva eliminación (Alvarez del Castillo, 2014). El Estado también puede contribuir a solucionar la problemática del consumo, mediante estrategias de Marketing público, orientado al producto, el precio, la distribución, la promoción las personas, los procesos y las evidencias físicas (Fariña Santos, 2016). El Estado tendrá que mejorar y superar la forma como se han gestionado los servicios sociales, que no se adaptan al contexto actual en el que se exige transparencia administrativa y racionalización del gasto público (de la Torre Rodríguez, 2014). Ahora bien, la intervención del gobierno requiere tener en cuenta la participación ciudadana. El concepto que evidencia la relación existente entre la sociedad civil y esfera pública, siendo una relación que se desarrolla al alero de la democracia, pues como régimen político está destinado a asegurar el gobierno del pueblo, cuya voluntad debe expresarse mediante mecanismos que garanticen al pueblo [...] el derecho a participar en la gestión pública, conforme a los principios de igualdad, libertad, pluralismo y tolerancia (Fernández Prajoux, 2015).

Para la participación ciudadana, es necesario que esté respaldada sobre la base de la educación, fundamental para fortalecer los principios y valores de una comunidad que estén encaminados al uso racional de los recursos naturales. Respecto al sector agroindustrial se evidencia, que la biometanización permite tratar los residuos orgánicos, ya sea de manera individual o conjunta, con la ventaja adicional de reducir su contenido de materia orgánica, transformándola principalmente en metano, que es un compuesto de elevado poder calorífico. El rendimiento en la producción de metano y/o la estabilidad de dicho tratamiento microbiológico pueden ser mejorados, ya sea, mediante la aplicación de diferentes pre-tratamientos o tratando conjuntamente varios sustratos biodegradables en un mismo sistema (Gutiérrez Avedoy, 2003). Otro ejemplo de aprovechamiento del gas de efecto invernadero se evidencia en las fuentes de bioenergía que diferencia las formas tradicionales como el uso de la madera y el carbón, de formas más modernas como la quema industrial de desechos de biomasa, la producción de etanol y biodiesel y las plantaciones de cultivos de bioenergía (Settele et al., 2015).

Como solución a la problemática ambiental planteada deben tenerse en cuenta medidas como las siguientes: a. Fomentar la calidad ambiental y solidaridad intergeneracional, b. Apoyar procesos de producción limpia, c. Incentivar a las empresas que minimicen la generación de residuos, y aplicar sanciones a los contaminadores, d. Fomentar las medidas de prevención que eviten la contaminación de los suelos, e. Impulsar la introducción de instrumentos económicos, financieros y fiscales que favorezcan la reducción en la generación de residuos, g. Desarrollar tecnologías menos generadoras de residuos, h. Eliminar el PVC y otros compuestos tóxicos de las basuras, i. Desarrollar un plan para el cierre de las plantas incineradoras existentes, j. Restaurar los vertederos

k. Desarrollar programas de concienciación ciudadana y pedagogía social que promuevan hábitos de consumo y demanda sostenibles, l. Promover los sistemas de información y base de datos sobre generación y gestión de residuos (Ecologistas en Acción et al., 2016).

Se considera que la solución a la problemática ambiental no solo está en el diseño de eficientes herramientas de gestión, sino también en el privilegio de los valores sobre el cuidado del medio ambiente (Alfie Cohen, 2017).

La exigencia de los estándares se puede resumir en la transición a un nuevo sistema denominado “relleno sanitario cero”, centrado en la prevención, reciclaje y recuperación antes de la eliminación, en lugar del vertedero y la incineración; un enfoque económico, centrado en el principio de quien contamina paga y la responsabilidad ampliada del productor (EPR), son pilares fundamentales de esta estrategia (Antonioli & Massarutto, 2011; Denton et al., 2014).

IV. CONCLUSIÓN

Como resultado de los procesos de revisión de distintas fuentes secundarias, que se trazó el trabajo en consideración, planteándose como objetivo general realizar una revisión, a partir de distintas fuentes secundarias, de la relación residuos sólidos y cambio climático y sus efectos en las condiciones de los seres humanos y las condiciones socioeconómicas.

Cuando se revisan estos aspectos, se encuentran las siguientes conclusiones:

- En conclusión, se ha llegado a un tiempo de adaptación respecto al clima, proceso que la población debe entender y comprender la posibilidad de convivir en un cambio climático cada vez más dinámico.
- A su vez, la adaptación climática ofrece también una amplia gama de nuevas oportunidades para la comunidad empresarial.
- Se tiene comprobado que las actividades antropogénicas son la causa principal de la pérdida de biodiversidad y ecosistemas.
- El incremento de la población aumenta exponencialmente la generación de residuos, por lo tanto, se reproducen los gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global y el cambio climático.
- La gestión de residuos contribuye al uso eficiente de recursos y a la reducción de residuos a través de tecnologías limpias, las buenas prácticas de manufactura y la implementación de normas de calidad ambiental.
- El análisis del ciclo de vida (ACV), contribuye significativamente al aprovechamiento de residuos en los procesos de producción.

V. REFERENCIAS

- Adam, S. U., Shamsudin, M. N., Sidique, S. F., Rahim, K. A., & Radam, A. (2015). Solid waste pollution concern in economic value assessment: Is it uni-dimensional or multi-dimensional? *Resources, Conservation and Recycling*, 104, 49–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.02.007>
- Alfie Cohen, M. (2017). Riesgo Ambiental: la aportación de Ulrich Beck. *Acta Sociológica*, 73(73), 171–194. <https://doi.org/10.1016/J.ACSO.2017.08.006>
- Al-Salem, S. M., Lettieri, P., & Baeyens, J. (2009). Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, 29(10), 2625–2643. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2009.06.004>
- Alvarez del Castillo, M. D. (2014). *Análisis de la gestión de los residuos municipales generados en un entorno metropolitano utilizando un enfoque multicriterio* [Tesis presentada para la obtención del título de Doctora, Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/279244/TMDAdC1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- André, F. J., & Cerdá, E. (2006). Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. *Cuadernos Económicos de ICE*, 71–91. https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Andre/publication/277260510_Gestion_de_residuos_solidos_urbanos_analisis_economico_y_politicas_publicas/links/560baa5f08ae80232a3f22c3/Gestion-de-residuos-solidos-urbanos-analisis-economico-y-politicas-publicas.pdf
- Antonioni, B., & Massarutto, A. (2011). The Municipal Waste Management Sector in Europe: Shifting Boundaries Between Public Service and the Market. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 83(4), 505–532. https://www.academia.edu/61727608/The_Municipal_Waste_Management_Sector_in_Europe_Shifting_Boundaries_Between_Public_Service_and_the_Market
- Arbulú Villanueva, I. R. A. (2014). *The economics of municipal solid waste management in tourism destinations: the case of Mallorca* [Universitat de les Illes Balears]. <https://www.tdx.cat/handle/10803/145257?locale-attribute=es#page=1>
- Bermejo Gómez De Segura, R. (2014). *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis* (Hegoa, Ed.). Universidad del País Vasco. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0686956.pdf>
- de la Torre Rodríguez, J. F. (2014). *Reforma municipal y capacidad de gestión de los gobiernos municipales en México: un estudio comparado en seis municipios del estado de San Luis Potosí, México (1983-2000)* [DOCTORADO EN GOBIERNO Y ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID]. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/24660/1/T35185.pdf>
- Denton, F., Wilbanks, T. J., Abeysinghe, A. C., Burton, I., Gao, Q., Lemos, M. C., Masui, T., O'Brien, K. L., Warner, K., Bhadwal, S., Leal, W., van Ypersele, J. P., & Wright, S. B. (2014). Climate-Resilient Pathways: Adaptation, Mitigation, and Sustainable Development. *Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability: Part A: Global and Sectoral Aspects*, 1101–1131. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.025>
- Ecologistas en Acción, Greenpeace, SEO/BirdLife, & WWF/Adena. (2016). *225 MEDIDAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE Alternativas a la Estrategia Española de Desarrollo Sostenible*. https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/05/217-las-225_medidas-de-sostenibilidad.pdf
- Fariña Santos, M. B. (2016). *El marketing público en la gestión de los servicios sociales municipales de Galicia: estudio de caso* [Tesis, Universidade de Santiago de Compostela. Facultad de Ciencias Políticas e Sociais]. <https://minerva.usc.es/xmlui/handle/10347/15264>
- Fernández Prajoux, V. (2015). *Planificación Participativa en la gestión urbana local, identificación de factores claves y nuevas formas de participación?. Seguimiento a 13 Alcaldías del Área Metropolitana de Santiago, Chile* [Tesis, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID]. https://oa.upm.es/39340/1/VIVIANA_FERNANDEZ_PRAJOUX.pdf
- Guerrero García, F. J. (2015). *Impact of a value chain approach on the sustainability of solid waste management in Mukuru Kwa njenga informal settlements Nairobi, Kenya* [Universidad Politécnica de Madrid.]. <https://oa.upm.es/36562/>
- Gutiérrez Avedoy, V. J. (2003). *Liderando el Desarrollo Sostenible de las Ciudades*. https://courses.edx.org/c4x/IDBx/IDB_LSC101x/asset/5.2._BID_GESTION_DE_RESIDUOS_FINAL_MARZO.pdf
- Gutiérrez Martín, M. del C. (2014). *Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos* [Tesis, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/11811>
- Jia, X., Wang, S., Li, Z., Wang, F., Tan, R. R., & Qian, Y. (2018). Pinch analysis of GHG mitigation strategies for municipal solid waste management: A case study on Qingdao City. *Journal of Cleaner Production*, 174(10), 933–944. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.274>
- Jiménez Cisneros, B. E., & Oki, T. (2014). *Chapter 3 Freshwater resources. Agriculture*. IPCC Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap3_FINAL.pdf
- Lausselet, C., Cherubini, F., Oreggioni, G. D., del Alamo Serrano, G., Becidan, M., Hu, X., Rørstad, P. Kr., & Strømman, A. H. (2017). Norwegian Waste-to-Energy: Climate change, circular economy and carbon capture and storage. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 50–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.025>
- Medina, M. (2011). Solid Wastes, Poverty, and the Environment in Developing Country Cities: Challenges and Opportunities. Urbanization and Development: Multidisciplinary Perspectives. In Oxford Academic (Ed.), *Oxford Academic*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199590148.003.0015>
- Mohamed, F. M. (2015). *Evaluación de los impactos ambientales de una incineradora de residuos sólidos urbanos con recuperación de energía mediante el análisis de ciclo de vida* [Tesis, UNIVERSIDAD DE MÁLAGA]. https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/11922/TD_MIMUN_MOHAMED_Fauzi.pdf?sequence=1

- Patz, J., Corvalan, C., Horwitz, P., & Campbell-Lendrum, D. (2011). *Our Planet, Our Health, Our Future. Public Health & Environment Department (PHE)*. World Health Organization. Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change. <https://www.cbd.int/doc/health/health-rioconventions-en.pdf>
- Porter, J. R., & Xie, L. (2011). *Chapter 7 Food Security and Food Production*. IPCC Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap7_FINAL.pdf
- Rodrigues, A. P., Fernandes, M. L., Rodrigues, M. F. F., Bortoluzzi, S. C., Gouvea da Costa, S. E., & Pinheiro de Lima, E. (2018). Developing criteria for performance assessment in municipal solid waste management. *Journal of Cleaner Production*, 186, 748–757. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2018.03.067>
- Settele, J. , Scholes, R. , Betts, R. A. , Bunn, S. , Leadley, P. , Nepstad, D. , Overpeck, J. T. , Taboada, M. A. , Fischlin, A. , Moreno, J. M. , Root, T. , Musche, M. , & Winter, M. (2015). *Terrestrial and Inland water systems*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/CBO9781107415379.009>
- UNEP. (2011). *Annual Report. Environment Programme*. <https://www.unep.org/resources/annual-report/unep-2011-annual-report>
- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., & Ingram, J. S. I. (2012). Climate Change and Food Systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 37, 195–222. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-020411-130608>
- Wang, H., He, J., Kim, Y., & Kamata, T. (2013). *Municipal Solid Waste Management in Small Towns: An Economic Analysis Conducted in Yunnan, China*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1596/1813-9450-5767>

Contribución de autoría

1. Conceptualización: CIRO ALFONSO SERNA M
2. Curación de datos: (Nombre y apellidos del autor)
3. Análisis formal: DIANA SOFIA SERNA G. CIRO A. SERNA M
4. Adquisición de fondos: (Nombre y apellidos del autor)
5. Investigación: CIRO ALFONSO SERNA M.
6. Metodología: DIANA SOFIA SERNA G.
7. Administración del proyecto: (Nombre y apellidos del autor)
8. Recursos: (Nombre y apellidos del autor)
9. Software: (Nombre y apellidos del autor)
10. Supervisión: CIRO ALFONSO SERNA M
11. Validación: DIANA SOFIA SERNA G. CIRO SERNA M
12. Visualización: (Nombre y apellidos del autor)
13. Redacción – CIRO ALFONSO SERNA M- DIANA SOFIA SERNA G
14. Redacción - revisión y edición: CIRO ALFONSO SERNA M- DIANA SOFIA SERNA