



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Gestión de Residuos Sólidos Urbanos: un Panorama General y Local

Niezwida, Sonia Romina ^a Michalus Juan Carlos ^b Gavazzo Graciela Beatriz ^c

^a *Ingeniera Industrial. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^b *Profesor titular. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.*

^c *IMAM - Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Posadas, Misiones, Argentina.*
e-mails: rominianiezwida@gmail.com, michalus@fio.unam.edu.ar, ggavazzo@gmail.com

Resumen

El artículo presenta una revisión del estado del arte y la práctica de la gestión de los residuos sólidos urbanos, brindando al lector un informe de la perspectiva general y local de ésta problemática, la cual ha sido reconocida como tal a nivel mundial, y como una situación preocupante en la realidad argentina. Se citan los modelos de gestión revisados, algunos ya desarrollados y se presenta un panorama que va de lo global (mundial) a lo particular (Provincia de Misiones). Se hace hincapié en la gestión de residuos sólidos urbanos de la provincia de Misiones y en este sentido, se expone y reconoce a la problemática de los desechos, como uno de los rostros de la crisis ambiental contemporánea.

Palabras Clave – Desechos, Gestión, Global, Local, Modelo, Problemática, Residuos Sólidos

1 Introducción

Los Residuos Sólidos Urbanos (RSU)¹ son los desechos que se generan en domicilios particulares, y aquellos de similar composición generados en otros ámbitos como en los comercios, oficinas, empresas de servicios e industrias.

A medida que los países transitan hacia su desarrollo, también aumenta la producción de residuos por habitante [2]. Es así, que se desarrollan modelos que pretenden contribuir a mejorar la situación de los mismos.

La gestión de RSU es un tema difícil de ignorar, siendo una problemática compleja que involucra aspectos sociales, políticos y culturales. Es por ello, que este trabajo tiene como objetivo presentar una revisión del estado del arte y de la práctica de la gestión de RSU a nivel global y local para dar a conocer lo que se desarrolla actualmente en otros países y en algunos municipios de la provincia de Misiones.

2 Desarrollo

¹ La Ley de Gestión de residuos sólidos domiciliarios los define de la siguiente manera: Art. 2°- “Denomínese residuo domiciliario a aquellos elementos, objetos o sustancias que, como consecuencia de los procesos de consumo y desarrollo de actividades humanas, son desechados y/o abandonados” (Ley Nacional N°25.916/2004 “Gestión de residuos domiciliarios” [1].

La urbanización se considera un fenómeno complejo, ya que implica cambios simultáneos en las dimensiones social, económica y ambiental. Actualmente, somos testigos de la ola de urbanización más grande de la historia, caracterizada principalmente por una emigración de la población de las áreas rurales a las urbanas, lo que deriva en una utilización intensiva de las tierras en las ciudades y sus alrededores [2], siendo esa población la que produce más desechos [3].

En los últimos años, se nota el interés creciente en cuanto al fortalecimiento de la conciencia ambiental de la sociedad, mediante la búsqueda permanente de mecanismos, estrategias y tecnologías capaces de mitigar la pérdida acelerada de los recursos naturales del planeta y dar solución así al deterioro de los ecosistemas [4].

En los países desarrollados, la recuperación de desechos se ha convertido en una de las estrategias más importantes para reducir los problemas ambientales y mejorar el rendimiento económico en la industria, por ello se han desarrollado diferentes enfoques sistemáticos para la recuperación de los mismos [5]. En general, los residuos sólidos urbanos están compuestos, en promedio por 50 % de orgánicos, 14 % cartón y papel, 5 % vidrio, 3 % metales y 28 % otros [6].

Diversos estudios, destacan la importancia del tratamiento de residuos y el gran potencial contaminante que tienen los denominados “residuos peligrosos”, presentes en los RSU [7]. Según los especialistas, en el país falta una política de gestión de estos residuos peligrosos, principalmente relacionada con la basura electrónica [7]; [8]; [9]. En este contexto, es interesante mencionar que la Argentina tiene 62 millones de líneas de telefonía móvil lo que revela que existe casi un celular y medio por habitante. Estadísticas recientes, indican que hacia el año 2030 en el planeta se generarán más de mil millones de toneladas de basura electrónica y se estima que un 80 % de ese material terminará en basurales a cielo abierto. En algunos países, las investigaciones se centraron en elaborar métodos para el reciclaje de los aceites usados de automóviles, uno de los residuos peligrosos más usuales [10]; [11]. Ante ello, la organización internacional ISWA [12], propuso una serie de actividades referidas a un tratamiento integral de los RSU, bajo la idea de la “pirámide invertida” tal como se muestra en la Fig.1.

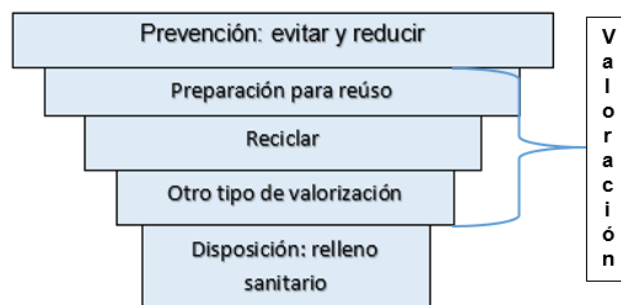


Fig. 1. Propuestas para resolver la gestión de RSU. Fuente: Adaptado de [12]

La gestión integral de RSU comprende al manejo desde la generación hasta la disposición final, esto incluye: reusar, reciclar o dar otro tipo de valorización (ej.: generación de biogás, compost, pavimento) y el relleno sanitario como última opción. En la pirámide de la Fig. 1, se muestra la importancia de la valorización, la cual se ubica antes del relleno sanitario y puede realizarse mediante

actividades como el reciclaje de residuos inorgánicos y compost de orgánicos que, a su vez, pueden generar una retribución económica si se los comercializa [12].

Fernández Colomina afirma que los problemas asociados con el manejo deficiente de los residuos están directamente relacionados con el equipo utilizado para su recolección, la falta de legislación para el manejo y restricciones técnicas relacionadas con la planificación y operaciones de manejo de desechos sólidos [13].

El conocimiento de los principios vinculados a los elementos funcionales de la gestión de residuos es fundamental para evaluar los impactos de las nuevas tecnologías, seleccionar y analizar las alternativas en el desarrollo de los sistemas que permitan gestionar los RSU [14]. Según Huayta [15] “el problema crítico que actualmente afrontan las ciudades, es el manejo de los residuos sólidos desde la elaboración hasta la finalización [...]”, tal que, “la mejora de la gestión de los residuos sólidos, especialmente en las ciudades con rápido crecimiento de los países de ingreso bajo, se está volviendo una cuestión cada vez más urgente” [3]. Desde hace un tiempo, la Organización Mundial de la Salud (OMS), desarrolló una “Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas²” [9], como propuesta para mejorar las condiciones de gestión de los desechos.

Se cree que las principales causas por las cuales los sistemas de gestión de RSU no presentan una estructura suficientemente desarrollada pueden estar directamente relacionadas con la falta de recursos financieros, la cantidad y los tipos de residuos generados, la infraestructura local, la planificación, y la responsabilidad de los agentes implicados en el proceso, tal como el caso de los países del BRICs [16].

Existe un considerable número de investigaciones relacionadas con la generación de residuos [17] y gestión de los mismos [18];[19], entre ellos se nombran los siguientes: el “Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile”, construido utilizando Dinámica de Sistemas [5], una “Propuesta de un modelo de evaluación de las acciones del poder público municipal ante las políticas de gestión de residuos sólidos urbanos en Brasil: estudio aplicado al municipio de Curitiba” [20] una “Modelización para la gestión Integral de los Residuos Peligrosos Urbanos” [21], un “Sistema de Gestión de recolección de residuos dinámico utilizando datos en tiempo real y pronosticados” y un “Modelo matemático que adopta la programación lineal entera y la programación de enteros mixtos para la gestión municipal de residuos sólidos en Hong Kong”[22]. Además, Cazull Imbert [23] abordó un modelo para la “Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje”, donde despliega un método y procedimientos, que permite mejorar las capacidades gerenciales en los procesos de transferencia de tecnología. También se reportan trabajos basados en “Simulación del comportamiento individual en el manejo de residuos domésticos y simulación del sistema de gestión de residuos sólidos” [24]. Sin embargo, según la bibliografía revisada se observa la carencia de un modelo de gestión integral de RSU flexible, que pueda ser aplicado a un corte territorial determinado.

Estudios enfocados en la valorización de los residuos utilizando alternativas locales sostenibles, indican que esta actividad es una necesidad para alcanzar modelos de desarrollo ecológicamente

² La OMS define como ciudades medianas aquellas con población desde 50.000 a 500.000 habitantes (Organización Panamericana de la Salud, 2002) [9]

conservadores e independientes, al convertirse en fuentes de trabajo generadoras de alimentos orgánicos y para conservar el medio ambiente natural [13]; [16].

En relación con la sustentabilidad³[8] se puede mencionar el “Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia”, donde se ha realizado una aproximación conceptual, técnica y matemática para el apoyo en la toma de decisiones en una provincia, con el fin de minimizar los impactos ambientales [25] y el modelo de “Gestión y recuperación de residuos sólidos municipales sostenibles”, desarrollado por D’Alessandro [26]. Los últimos modelos mencionados, trazan una meta para optimizar el sistema, sin embargo, no consideran los aspectos relacionados con el desarrollo local, es decir, la intervención de actores tales como empresas, municipalidad, familias, instituciones. La aproximación más cercana a ésta idea, se encuentra en el trabajo: “Un novedoso enfoque de modelado multidimensional para integrar gestión municipal de residuos sólidos” desarrollado por Hossein & Samsung [27], en el que se hace énfasis en el diseño de servicios de recolección y recuperación sostenibles, como elementos interactivos de un sistema integrado de gestión de RSU, pero carece de evidencia referida a factibilidad de aplicación, porque no establece dimensión poblacional para la cual ha sido desarrollado y al cual pueda ser aplicado.

En la República Argentina, la producción per cápita de residuos sólidos mantiene una relación directa con el Producto Interno Bruto [2]. El marco económico argentino es fiel reflejo de la situación en cualquier otro país del continente [24]. Desde hace tiempo, se sabe que la clave para resolver el problema, está en obtener y aplicar con el criterio necesario las mejores prácticas relevadas a nivel mundial [28]. En la ciudad de Rosario, ubicada en la Pampa Húmeda Argentina, con un millón de habitantes aproximadamente, la municipalidad está desarrollando diferentes estrategias para reducir el impacto de los residuos (295.000 toneladas en 2016). Una de las acciones más importantes hasta ahora, ha sido la construcción de la planta de compost Bella Vista en el año 2012, una de las más grandes de Sudamérica [29]. A nivel global existen diferentes prácticas de disposición final de residuos, las cuales tienen sus ventajas y desventajas (Tabla 1).

Tabla 1: Prácticas de disposición final de residuos sólidos urbanos

| Práctica o sistema | Descripción | Desventajas |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planta de manejo Integral | Infraestructura para la aplicación de un proceso Integral de clasificación, recolección, transporte, selección, tratamiento y aprovechamiento, destrucción, utilización, comercialización y disposición final de los residuos sólidos | Alta Inversión. Daños en infraestructura por presencia de residuos peligrosos. Si no se maneja adecuadamente, puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos |

³ De acuerdo con las Naciones Unidas (2002), la diferencia que existe entre *desarrollo sostenible* y *desarrollo sustentable* es que el desarrollo sustentable es el proceso por el cual se preserva, conserva y protege solo los recursos naturales para el beneficio de las generaciones presentes y futuras sin tomar en cuenta las necesidades sociales, políticas ni culturales del ser humano; en tanto, el desarrollo sostenible es el proceso mediante el cual se trata de satisfacer las necesidades económicas, sociales, de diversidad cultural y de un medio ambiente sano de la actual generación, sin poner en riesgo la satisfacción de las mismas a las generaciones futuras [26].

| | | |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Relleno Sanitario | Lugar técnicamente seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos, se busca regular los impactos ambientales y utilizar principios de ingeniería para la confinación y aislamiento de los residuos sólidos en un área mínima, con compactación de residuos, cobertura diaria de los mismos, control de gases, lixiviados y cobertura final | Contaminación hídrica y de suelo, por generación de lixiviados. Puede convertirse en un foco de alto riesgo por la concentración de gases, vectores y patógenos. Cuando no está acompañado de un sistema de aprovechamiento, los costos de operación y mantenimiento pueden resultar muy altos. Posibles conflictos sociales por la ubicación y funcionamiento del relleno |
| Relleno o celda de seguridad | Lugar seleccionado, diseñado y operado para la disposición final controlada de residuos sólidos peligrosos | Si no se maneja adecuadamente, puede convertirse en un foco de alto riesgo patógeno |
| Quema a cielo abierto | Práctica aún utilizada en algunos lugares del mundo. La gran capacidad calorífica y combustible de la mayoría de los materiales residuales, permite que la quema sea fácil de realizar y resulte económicamente viable, desde el punto de vista directo de la inversión inmediata para la comunidad que lo aplique | Producción de contaminantes atmosféricos. Impacto directo sobre el equilibrio ambiental y la salud pública (enfermedades y mortalidad). Deterioro paisajístico del entorno. Afectación de los ecosistemas cercanos. Riesgo de incendio |
| Enterramiento o controlado | Implica el cubrimiento de la basura, sin embargo, la práctica suele hacerse en sitios pocos estratégicos o inadecuados, sin ningún estudio técnico y sin técnicas aceptables para el manejo de los residuos. Suele utilizarse para residuos en general, incluyendo radiactivos | Acumulación de gases dentro del cúmulo de basura. Impacto directo sobre la salud pública y el equilibrio ambiental. Deterioro paisajístico del entorno. Afectación de ecosistemas cercanos. Impacto negativo directo sobre los ecosistemas. Alteración del equilibrio ambiental del entorno. Requiere un estudio previo minucioso |
| Abandono de basuras | Sistema de disposición final. Normalmente se realiza en depresiones naturales, lugares de alta densidad forestal o en las cabeceras o riberas de cuerpos de agua | Deterioro paisajístico. Proliferación de focos de vectores. Incremento de los riesgos en la salud pública |

Fuente: Elaborado a partir de [19],[21] y [31]

Es importante destacar que, a nivel mundial, precisamente en Europa, ya en el año 2004 se tenían cifras muy pequeñas de residuos peligrosos presentes en los RSU (0,5 - 1 %) [21].

Desde el punto de vista del tratamiento de RSU, el sistema actualmente utilizado en la provincia de Misiones (disposición), se encuentra entre los menos recomendados (Fig. 1.), en tanto que los mayores logros a nivel Nacional están en las provincias de Santa Fé y Buenos Aires. El Gobierno de la Provincia de Misiones a través del decreto N° 171/2003 puso en marcha el denominado “Plan ambiental de eliminación de residuos urbanos y patológicos de Misiones”. Éste sistema, pretendía ser el inicio de un plan para promover en etapas sucesivas una gestión integral de los residuos urbanos, mediante la aplicación de criterios tales como selección en origen - posible a través de la concientización social - propiciando la reducción de la cantidad de residuos; el reciclaje, elaboración de compost, generación de biogás y valorización energética [30] para terminar con los basurales a

cielo abierto. Parte del plan, ha sido implementado, pero, actualmente la mayor cantidad de residuos se depositan en los rellenos sanitarios. Es por ello, que a nivel provincia se nota carencia en la gestión de los desechos que genera, resultando una situación abierta a revisar y con posibilidad de re-plantear el sistema de gestión de residuos.

Berent [3] por su parte, analizó el mejoramiento del sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Leandro N. Alem de esta provincia, como iniciativa de un proyecto orientado a definir un marco conceptual, técnico e instrumental para la gestión ambiental de los residuos en pequeñas ciudades de la región NEA. Finalmente, Berent y Vedoya [4] desarrollaron un “Modelo de gestión ambiental de residuos sólidos urbanos con estrategias y programas”, aplicables desde la generación de los residuos hasta la disposición final de los mismos, pero refiere a optimizar aspectos esenciales del proceso de gestión mediante una función objetivo, es decir matemáticamente, sin tener en cuenta detalladamente los aspectos sociales. En éste contexto, es interesante mencionar el concepto de “Entorno de Innovación”, donde Arnkil y otros, conceptualizan a la “Cuádruple Hélice” como un modelo de cooperación para un entorno de innovación, en el que los usuarios, las empresas, la academia y el estado cooperan con el fin de producir innovaciones, entendidas como aquellas cuestiones que se consideran útiles para Investigación+Desarrollo+Innovación [31].

En Misiones, es común ver residuos de todo tipo depositados al costado de las rutas, calles, caminos vecinales y chacras, que han sido dispuestos intencionalmente (abandono de basura según Tabla 1) que constituyen focos contaminantes ambientales activos. Frente a éste escenario, se observa la ausencia de un sistema de tratamiento integral de RSU, que produce descontento y preocupación en la población afectando al paisaje de la Selva Misionera y la calidad de vida de los pobladores.

A nivel local, desde la dirección de saneamiento de la ciudad de Oberá se encuentran evaluando costos de transporte de residuos con el objetivo de conocer cuánto le cuesta a cada familia y comercio que se retiren los mismos. Planean instalar “puntos verdes” fijos (sitios de recepción de materiales reciclables) en algunos barrios, mientras tanto, los RSU tienen como destino el relleno sanitario de Fachinal a través de la estación de transferencia ubicada en Villa Svea [7] mediante la empresa AESA quien tiene a su cargo la logística y disposición final de los residuos en el relleno sanitario.

En la ciudad de Campo Viera, se ha iniciado la implementación del Proyecto Colmena [32], plan en el cual vienen trabajando un grupo de jóvenes profesionales desde el año 2017. Éste proyecto promisorio, pretende que mediante una aplicación para celular, cada ciudadano interesado recicle sus botellas y tapitas de plástico obteniendo a cambio las criptomonedas(Jellycoin⁴) que podrán ser utilizadas inicialmente para pagar sus impuestos municipales y más adelante, para adquirir bienes y servicios. Este modelo pretende que los materiales plásticos acumulados por cada habitante una vez registrados en la aplicación, sean recolectados por un transportador o bien pueden ser llevados por quien los clasificó hasta un centro experimental de reciclado (hoy en la municipalidad) donde los residuos plásticos se muelen y se vierten en el pavimento.

⁴ Jellycoin es una moneda virtual que se adquirirá únicamente por recolectar residuos, es decir, una moneda social local. Ésta criptomenda forma parte de la tecnología Blockchain (al igual que el Bitcoin). El sistema Blockchain es una base de datos descentralizada a la cual puede acceder cualquier persona que le interese (es libre) y esta persona puede ver las interacciones que realizan otros usuarios (es transparente) [33].

En la ciudad de Posadas, capital de la provincia de Misiones, desde junio de 2020 se ha puesto en marcha un programa respaldado por una ordenanza municipal, con el objetivo de gestionar RSU mediante recolección diferenciada complementaria: los vecinos deben colocar sus residuos en los contenedores sustentables, que luego son transportados a una planta de clasificación para procesar los inorgánicos reciclables y una planta de compost para procesar orgánicos. Con la recolección diferenciada se busca obtener la reducción del volumen de residuos destinados a la disposición final [33]. Por otra parte, en la ciudad de Apóstoles desde el año 2008, se realiza la gestión de residuos mediante un programa denominado “Nosotros clasificamos”, el cual busca separar los residuos en dos grandes grupos, los orgánicos e inorgánicos, con el objetivo de llevar al compostaje a orgánicos y comercializar parte del inorgánico (plásticos y latas), en tanto que las pilas se separan para colocarlas en el pavimento de cordón cuneta [34]. Por su parte, también la municipalidad de Puerto Rico impulsa un programa de gestión integral de residuos sólidos urbanos, el cual pretende que la cooperativa y organizaciones referidas a RSU de la ciudad los comercialicen y de esta forma se disminuya la fracción de residuos que se va al relleno sanitario [35]. Es relevante mencionar que desde el año 2019 la ciudad de Puerto Iguazú lleva adelante una alianza público-privada para reciclar sus residuos [36], con el objetivo de disminuir la contaminación y preservar la naturaleza, en marco al convenio de colaboración que firmaron Coca-Cola Argentina, junto a su socio embotellador Arca Continental, la Municipalidad de Puerto Iguazú, YPF y más de 100 entes locales en 2019 para convertir a Iguazú en un emblema del ecoturismo en Argentina y en una ciudad más sustentable: la gestión de residuos secos es parte de un ambicioso plan para reducir significativamente la contaminación en la ciudad. Remarcan que el proyecto requiere del esfuerzo solidario de todos los vecinos y los resultados lo demuestran: ya que llevan recuperadas más de 60 toneladas de plástico PET [37]. Sin embargo, el proyecto aún se encuentra en sus inicios.

3 Conclusiones

Está demostrado, que el manejo y disposición final de RSU constituyen un problema ambiental activo a nivel mundial, consecuencia del crecimiento de la población Urbana y que ésta problemática es reconocida como tal.

Existe una considerable cantidad de literatura científica referida a RSU que ha sido publicada, donde resulta interesante destacar aquellos modelos para gestión de RSU adaptados a situaciones puntuales como evaluación del comportamiento individual, recolección, residuos peligrosos, transferencia de tecnología para el reciclaje, sin embargo, es un tema que aún no ha sido suficientemente tratado y es una problemática visible tanto a nivel global como local.

Se concluye que la gestión de los RSU en la Provincia de Misiones es un tema promisorio, ya que según lo expuesto no cuenta con un manejo integral y sostenible a nivel provincial, aunque existen localidades que ya están trabajando en el tema.

Un mayor énfasis en el estudio de la gestión de RSU, con aplicación de herramientas de Ingeniería Industrial y otras disciplinas, podría producir resultados interesantes, tal como un modelo de gestión integral adaptable a cualquier corte territorial, agregando valor a los desechos y contribuyendo así al desarrollo local sostenible.

Referencias

- [1] Ley Nacional N°25.916/2004 "Gestión de residuos domiciliarios". República Argentina. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/98327/norma.htm>. Acceso: abril de 2021
- [2] R. Rollandi. "Problemática de la gestión de residuos sólidos en las mega ciudades". Revista online Vial. Publicado el 25 de octubre 2013. Available: <https://revistavial.com/la-problematica-de-la-gestion-de-residuos-solidos-urbanos-en-las-megaciudades/>. Acceso: junio de 2021
- [3] M. Berent. "Mejoramiento en la gestión de residuos sólidos urbanos en pequeñas ciudades del NEA. El caso de Leandro N. Alem, Misiones". Cuaderno Urbano. pp.43 - 74. 2004. Available: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/crn/article/view/1758>. Acceso: junio de 2021
- [4] M. Berent, Vedoya D. "Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos en Ciudades Intermedias del NEA Sistema de Gestión y Elementos Funcionales". Comunicaciones científicas y tecnológicas 2005. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina. 2005.
- [5] O. Vásquez. "Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. Revista de dinámica de sistemas. pp.27-52.2005. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2203298>. Acceso: julio de 2021
- [6] E. Rondón Toro, M. Szantó Narea, J.F Pacheco y otros. "Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios". Manuales de la CEPAL N° 2. Naciones Unidas, publicado en julio de 2016.
- [7] H. Castellano. Director de saneamiento, Municipalidad de la ciudad de Oberá. Comunicación privada. 8 de junio de 2021.
- [8] G. López, Dorado S. "Residuos peligrosos domésticos en los residuos sólidos urbanos". REDISA 2008, I simposio Iberoamericano de Residuos. España, 2008.
- [9] Naciones Unidas. Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible. 2002. Available: http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/WSSDsp_PD.htm. Acceso julio de 2021.
- [10] M. El Fadel, "Strategies for vehicle waste-oil management: A case study. Resources, Conservation and Recycling," in Elsevier. vol. 33, Ed. 2001, pp. 75-91.
- [11] J. W. Kodros, Cucinotta, R.; Gan, R. y otros "Global burden of mortalities due to chronic exposure to ambient PM2.5 from open combustion of domestic waste". Environ. 2016.
- [12] ISWA, "Internacional Solid Waste Association Key Issue Paper on Waste Prevention, Waste Minimization and Resource Management", Informe de Viena, 2011.
- [13] A. Fernández Colomina. "La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. Revista Cubana de química". Revista Cubana de Química. pp.35-39.2005. Available: <https://www.redalyc.org/pdf/4435/443543687013.pdf>. Acceso: Julio de 2021
- [14] M. Berent, D. Vedoya. Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos en Ciudades Intermedias del NEA Sistema de Gestión y Elementos Funcionales". Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Chaco, Argentina, 2005.
- [15] I. Huayta Dávalos, "Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos en Atacocha. Universidad Nacional de Ingeniería. Programa Cybertesis PERÚ," 2006.
- [16] T. Gonçalves Tavares, G.; Ferreira Moraes, F.T.; Palma Lima, J.; Da Silva Lima, R. "Urban solid waste challenges in the BRICS countries: a systematic literature review". Revista Ambiente & Água. 2018.
- [17] G. Shidong, S. "Organic carbon storage change in China's urban landfills from 1978–2014". Environ. Res. Lett. 2017.
- [18] S. Jia, C. G.; Peniel, S. "Sustainable Impact of Landfill Siting towards Urban Planning in Malaysia," presented at the IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2017
- [19] Handbook of solid waste management. G. Tchobanoglous, Kreith F. Segunda edición. Nueva York, McGraw, 2002. pp. 500-563.
- [20] C. Da Silva, G; Hernández Santoyo, A. "Proposta de um modelo de avaliação das ações do poder público municipal perante as políticas de gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: um estudo aplicado ao município de Curitiba" Rev. Bras. Gest. Urbana. 276-292. 2017.
- [21] C. Carmona García, "Modelización de la gestión integral de los residuos peligrosos urbanos," Tesis doctoral. E.T.S.I caminos, canales y puertos, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España., 2008.

- [22] S. Lam, A. D.; Chase, H. A. "Microwave pyrolysis, a novel process for recycling waste automotive engine oil. Energy".2009. Available: <https://www.journals.elsevier.com/energy>. Acceso: Julio de 2021.
- [23] M. Cazull Imbert. "Gestión de la transferencia de tecnología en la industria cubana del reciclaje: método y procedimientos" Tesis doctoral, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 2008.
- [24] E. Avendaño Acosta, "Panorama actual de la situación mundial, nacional y distrital de los residuos sólidos. Análisis del caso Bogotá. Programa Basura Cero". Tesis de grado" 2015.
- [25] S. Castañeda Torres, J.P. "Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca". Colombia. Universidad y Salud. 116-125.2017.
- [26] M. D'Alessandro G, Gnoni M.G., " Sustainable Municipal Solid Waste Management and Recovery. University of Salento (Lecce) and Polytechnic of Bari, Italy " in Manual de gestión de la sostenibilidad Capítulo: Gestión y recuperación sostenible de residuos sólidos urbanos, C. M. y. C. Kuei, Ed., Editorial: Imperial College ed, 2012.
- [27] S. Hossein A. "A novel multi-dimensional modeling approach to integrated municipal solid waste management. Journal of Cleaner Production". Revista de producción más limpia. Páginas:1131-1143. 2017.
- [28] N. Argarañaz, "Argentina: La basura, un problema mundial". La nación, 17 de febrero de 2008. Ciudad autónoma de Buenos Aires.
- [29] Organización Panamericana de la Salud. "Guía metodológica para la preparación de planes directores del manejo de los residuos sólidos municipales en ciudades medianas", 2007.
- [30] I. T. Jaafar, A. I.; Nurul, A. A.; Aeslina, A. K.; Mohd, R. M., "Waste generation and characteristization: Case study of Seberang Takir, Kuala Nerus, Terengganu, Malaysia,". Journal of Physics: Conference Series 1049, 2018.
- [31] Arnkil, R.; Järvensivu, A.; Koski, P, "Exploring the Quadruple Helix. Report of Quadruple Helix Research For the CLIQ Project," University of Tampere. Tampere, Finland, 2010.
- [32] I. Zubilewicz. Director del proyecto colmena. Comunicación privada: 14 junio de 2021.
- [33] Municipalidad de Posadas. "Programa de recolección diferenciada de reciclables" [Online]. Available: <https://posadas.gov.ar/sustentable/programa-de-recoleccion-diferenciada-de-reciclables/> acceso: junio de 2021.
- [34] C. E. Andersson. "Sistema de gestión medioambiental para la planta de tratamiento de RSU de la ciudad de Apóstoles, Misiones". Revista Científica "Visión de Futuro". Facultad de Ciencias Económicas. UNaM. 2021.Available: https://revistacientifica.fce.unam.edu.ar/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=105&Itemid=31
- [35] Gobierno de Misiones. [Online]. Available: <https://www.fm893.com.ar/2020/05/09/puerto-rico-en-15-dias-comenzara-a-funcionar-la-planta-de-produccion-de-biodiesel/> Acceso: junio de 2021,
- [36] Municipalidad de Puerto Iguazú y el Cronista. "Con el reciclaje y una alianza público-privada, Puerto Iguazú ve un futuro más limpio". El Cronista Comercial S.A. Director: Hernán de Goñi. Registro de propiedad intelectual: 56576959. <https://www.cronista.com/brand-strategy/con-el-reciclaje-y-una-alianza-publico-privada-puerto-iguazu-ve-un-futuro-mas-limpio/>. Acceso: Julio de 2021.
- [37] Clarín. "Hacia un mundo sin residuos: de qué se trata el acuerdo multisectorial que busca convertir a Iguazú en una ciudad más sustentable ". https://www.clarin.com/brandstudio/puerto-iguazu-renovada-planta-reciclaje-funcionamiento_0_qprEZD0BY.html. Acceso: julio de 2021.