



TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO INTEGRAL DE RSU: UN CASO DE ESTUDIO EN EL MUNICIPIO DE PUEBLA, MÉXICO

Ma. Dolores Guevara Espinosa.^a, Azgad Casiano Ramos^b, Mario Martínez Trujillo^a,

^a Benemérita Universidad Autónoma de Puebla., mdge93@yahoo.es, ^bLaboratorio de Visión por Computadora (INAOE)

RESUMEN

Resumen: La problemática actual de generación masiva de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) por una sociedad consumidora de productos envasados y empaquetados, orgánicos e inorgánicos, involucra retos tecnológicos importantes para su manejo estratégico integral. Este se ha convertido en un tema de crucial importancia para los gobiernos de todo el mundo, debido a sus implicaciones para garantizar un desarrollo sostenible. En años recientes se han reportado diversas tecnologías (e.g. composteo, incineración, pirolisis) para la recuperación de materia útil y energía a partir de los RSU. Sin embargo, éstas suponen condiciones previas de separación en clases de materia que no están dadas por su heterogeneidad de los RSU. En este trabajo se presenta un análisis de las tendencias de generación de RSU en México, así como la selección de tecnologías para su manejo estratégico integral en el Municipio de Puebla. Se consideran factores tales como la distribución porcentual de los tipos de materiales y la capacidad de aprovechamiento energético o de reciclaje de los RSU.

Palabras clave— RSU, gestión estratégica de tecnología, separación, sistemas de automatización, Sustentabilidad y sostenibilidad

1. INTRODUCCIÓN

Para Joa Rodríguez, J.M. (2009), los residuos sólidos urbanos son los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos. También son considerados residuos sólidos urbanos, los residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, playas, áreas verdes y recreativas, los escombros generados por obras menores de construcción y reparación domiciliaria, los cadáveres de animales domésticos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados.

La gestión de residuos como “toda operación previa a la recolección, almacenamiento, separación, transporte, descarga, tratamiento, valorización, reciclaje y eliminación de desechos, comprendiendo el control de estas operaciones así como la vigilancia de los lugares de descarga durante el periodo de su explotación y tras su cierre” (Martínez,2010). Las etapas que deben ser cumplidas para que se haga una gestión adecuada de los RSU, incluye las etapas que preceden a la recolección: generación, pre-almacenamiento e almacenamiento.

2. TEORÍA

El concepto actual que define a los residuos sólidos urbanos como fuente de materia prima, recurso finito y fuente de energía que no debe ser derrochada: aporta una idea de un enfoque sustentable de los RSU (Valente, 2013), esta definición es de suma importancia para el desarrollo metodológico de este trabajo.



En la actualidad en Puebla se recolectan 1, 894 ton/ día de RSU, esto representa el 2% del total nacional de residuos. En la entidad hay 14 municipios que generan el 57 % del total, los municipios ligados a esta producción representan menos del 50 % de la población total del estado. La lista es encabezada por el municipio de San Martín Texmelucan produciendo 130 toneladas lo que equivale a un 7%, mientras que Tehuacán es el último con un total de 35 toneladas y representa el 2% total de recolección del estado (Estadísticas SEMARNAT, 2013).

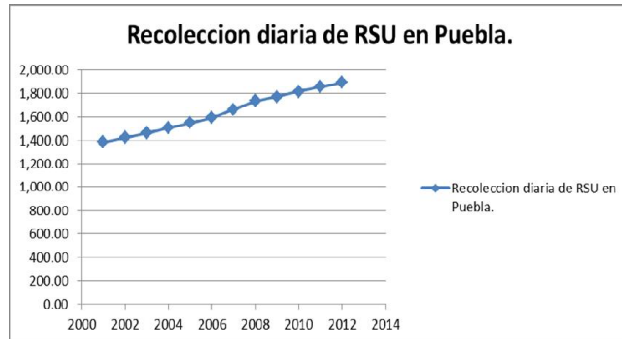


Fig.1 Relación en el crecimiento de recolección de RSU en el estado de Puebla (Fuente: Estadísticas SEMARNAT 2013)

En Puebla se cuentan con un total de 398 vehículos para la recolección de RSU, y están constituidos por 116 con caja abierta, 276 con compactador y 6 de otros tipos de vehículos (Fuente: SEMARNAT Estadísticas 2013).

3. PARTE EXPERIMENTAL

Método - de acuerdo a Hernández S. R. (2006), se partió de la investigación bibliográfica para investigar tipo de residuo generados en el País, tipo de materiales, así como métodos de separación de acuerdo al tipo de residuos generados para lo cual, se realizó una recopilación de muestras durante un mes en el relleno sanitario de Puebla para lo cual se contó con el apoyo del personal que ahí labora y previamente se les capacitó para que fuese una muestra representativa, se le explicó métodos para la toma de muestra, los residuos recolectados se analizaron en la facultad de ingeniería química. Posteriormente se realiza análisis cualitativo para describir los tipos de residuos encontrados y cuantitativos para la generación de gráficos, luego se aplicará un método descriptivo que nos ayude a visualizar los resultados obtenidos y proponer la tecnología para llevar a cabo esta separación.

Para la capacitación se tomaron en cuenta las siguientes NMX:

- NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación
- NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo
- NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico in situ
- NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos

El diseño de una estrategia de aplicación de tecnología para el manejo integral y automatizado de los RSU implica en primer lugar el análisis de su dinámica de generación desde diversos contextos. Para planificar estratégicamente las tecnologías de manejo y aprovechamiento de los RSU, es de suma importancia el conocer los tipos de materiales que los componen. Las estadísticas anuales a nivel nacional muestran patrones regulares de generación por tipos de materiales (Ver fig. 2).

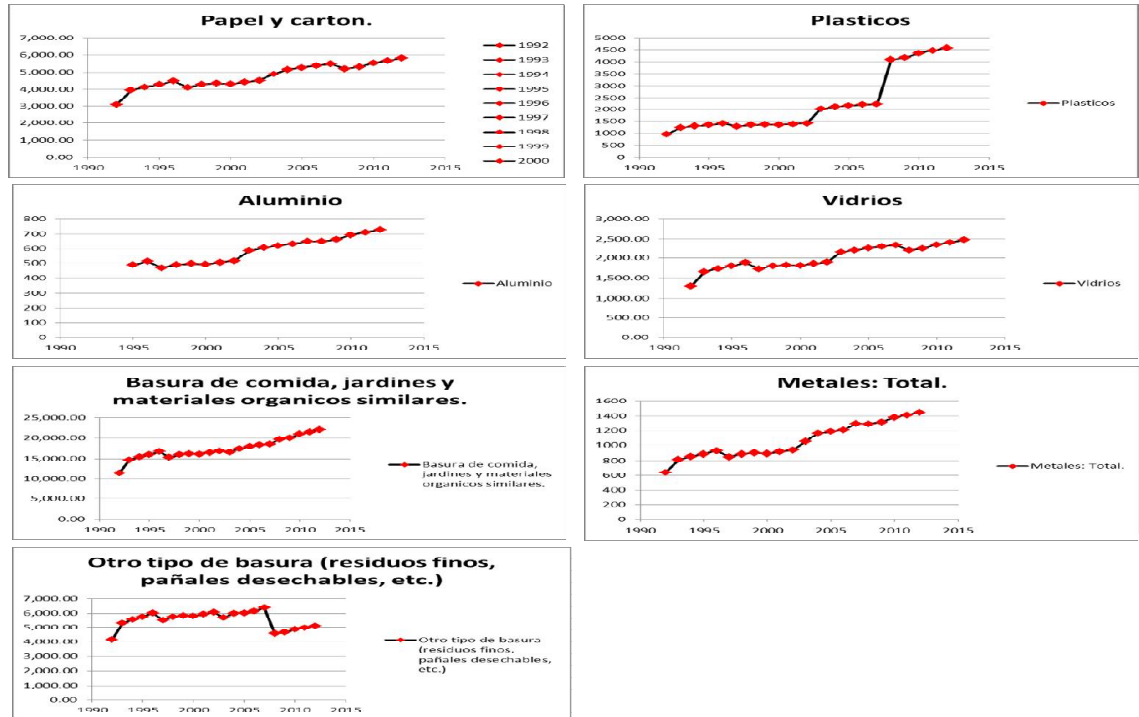


Fig.2 Generación de RSU y clasificados según el material (fuente: SEMARNAT, estadísticas 2013).

Caso del estado de Puebla

Es importante recalcar que los tipos de materiales encontrados en el relleno sanitario del municipio de Puebla no se encuentran separados. Actualmente, el modo de operación de la planta de separación está basado en la observación cualitativa de los vehículos recolectores con una mayor posibilidad de aprovechamiento. A su vez, la distribución de los materiales puede variar por época o por día del año (e.g. días festivos, época decembrina).



Fig. 3. Proceso de separación manual de RSU en el relleno sanitario del Municipio de Puebla (foto: cortesía concesionaria RESA).

La clasificación mostrada anteriormente es muy amplia, por lo que es necesario especificar de acuerdo al nivel de reaprovechamiento. En el caso de los plásticos, es común encontrar las siguientes categorías:



- PET (Tereftalato de Polietileno)
- PEAD (Polietileno de Alta Densidad)
- PEBD (Polietileno de baja densidad)
- PVC (Cloruro de Polivinilo)
- PS (Poliestireno)

La separación de plásticos en categorías más específicas, y preferentemente con un menor número de impurezas, mejorará los resultados en el reciclado. Por otra parte, para el cartón se consideran las siguientes categorías:

- SBS (Cartón sólido blanqueado, cartulinas)
- SUS (Cartón sólido no blanqueado)
- GC (Cartón plegadizo)

Para llegar al sistema automatizado, es necesario obtener información cuantitativa de los RSU, y de esta forma determinar las clases de materia dentro del flujo. Algunas características útiles para este fin son:

- Propiedades físicas (densidad, volumen)
- Propiedades ópticas (color, refracción)
- Propiedades electromagnéticas

Sin embargo, no todas las características mencionadas son observables en un proceso de operación continua y en un ambiente heterogéneo, por lo que en primer lugar debe tomarse en cuenta la factibilidad de su obtención.

La información cuantitativa de los RSU puede aprovecharse ya sea computacional o mecánicamente. En el primer caso se requieren sensores suficientemente rápidos para la detección de la propiedad de interés con un rango dinámico suficientemente amplio, y con la robustez para trabajar en ambientes hostiles. Las señales obtenidas son utilizadas por la unidad de procesamiento para devolver una señal de actuación sobre el sistema. En el segundo caso, se requieren diseños de mecanismos que actúen sin la intervención de la unidad de procesamiento, basados en una calibración previa (e.g. fuerza, temporización). Ambos criterios son aplicables y pueden combinarse, de acuerdo a criterios de eficiencia, seguridad y tolerancia de errores.

4. CONCLUSIONES

El manejo integral de RSU es una solución de suma importancia a los problemas de contaminación y sobre explotación de los recursos naturales. Hay diversas tecnologías para una buena disposición y aprovechamiento de los RSU, y estas pueden resolver ciertas necesidades específicas y no ser aptas para todas las necesidades de ciertas comunidades. En el municipio de Puebla se presentan grandes retos para actualizar la tecnología de separación de RSU y aumentar la eficiencia del relleno sanitario.

En la tabla 1 se presentan los mecanismos básicos propuestos para la separación de RSU.

Tabla 1. Mecanismos básicos de separación de RSU

Módulo	Componente mecatrónico
Captación	Tolva con agitación neumática



Transporte	Banda transportadora
Detección de características	Magnetismo, inducción de corrientes parásitas
Separación	Sopladores eléctricos, pistones neumáticos, auxiliares humanos.
Monitoreo y almacenamiento	Videocámaras, monitoreo del proceso vía Ethernet.

BIBLIOGRAFÍA

1. Buenrostro, O., G. Bocco and J. Vence "Forecasting generation of urban solid waste in developing countries - a case study in Mexico." J. Air Waste Manag. Assoc., vol. 51(1), pp.~ 86-93. Jan. 2001.
2. Grande Martín, R.; Martínez González, A.; Nuevo Pérez, B.; Pérez Medina, C. L.; Rodríguez Guzmán, P. Residuos Sólidos Urbanos: Problemática y tratamiento: Sociología Urbana. Editorial Universidad de Salamanca (2008).
3. Ikiara M.M , A.M. Karanja and T.C. Davies, Collection, transportation and disposal or urban solid waste in Nairobi. Netherlands: Springer, 2004.
4. Morales Zamora, M. Estrategia para la reconversión de una industria integrada de azúcar y derivados para la producción de etanol y coproductos a partir de bagazo., Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba, Diciembre 2012.
5. NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo
6. NMX-AA-19-1985 Determinación del peso volumétrico in situ
7. NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos
8. NMX-AA-61-1985 Determinación de la generación
9. Norma Oficial Mexicana, "NOM-083-SEMARNAT-2003", Diario Oficial de la Federación, Oct., 2004.
10. R. Trejo, Procesamiento de la basura urbana, México, D.F.: Trillas, 1999.
11. SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (SEMARNAT) Estadísticas.
URL:http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/compendio_2013/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet35e9.html
12. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) México, "Estadísticas 2013". URL: <http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/>
13. UNEP, "Solid Waste Management", CalRecovery Inc., 2005
14. UNEP, "Strategic Elements in Implementing the 3R Platform", International Environmental Technology Center, 2005.
15. Valente; M., (2013) Quemar basura es derrochar recursos finitos y energía., Granma, Junio 28, 2013