

Inventario para la Generación del Ciclo de Vida del Sistema de Gestión de Residuos Urbanos de la Ciudad de Tepic, Nayarit

I. Paz Hernández Rosales^{1*}, Claudia E. Saldaña Duran¹, Sarah Messina¹

¹Cuerpo Académico de Sustentabilidad Energética. Universidad Autónoma de Nayarit. Ciudad de la Cultura "Amado Nervo" Tepic, Nayarit, México. C.P. 63155.

*E-mail: paz.rosales@gmail.com

Recibido 8 de agosto de 2012, Aceptado 31 de agosto de 2012

Resumen

Desde la perspectiva de los negocios sustentables, un análisis de ciclo de vida (ACV), o "análisis de la cuna a la tumba", o, más comúnmente, balance ambiental, es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (extracción, producción, distribución, uso y desecho). El objetivo de este estudio es levantar el inventario del ACV de la generación de los Residuos Urbanos (RU) de la ciudad de Tepic Nayarit. Se realizó la caracterización física y química de los residuos municipales [1], identificando que tipo de sistema de gestión de residuos sólidos maneja el municipio, la unidad funcional para este ACV será la cantidad de residuos sólidos generados en el año 2011 en Tepic Nayarit, lo que equivale a 156767.55 toneladas, identificando los posibles escenarios de gestión de residuos, debido a que no existen líneas de acciones estratégicas, ni un programa de gestión integral en el estado de Nayarit. Este trabajo permitirá en el futuro, evaluar los potenciales impactos ambientales asociados a cada uno de los procesos del sistema de gestión de residuos sólidos, mediante la aplicación del software TEAM, pudiendo evaluar las siguientes categorías: acidificación, disminución del ozono estratosférico, eutrofización, efecto invernadero (directo, 100 años), formación de foto-oxidantes, toxicidad terrestre, efectos carcinogénicos y efectos respiratorios.

Palabras claves: Análisis del ciclo de vida, gestión de residuos sólidos, tiraderos no controlados, biogás, incineración y potencial energético.

1. Introducción

El análisis del ciclo de vida (ACV) es una herramienta que se usa para evaluar el impacto potencial sobre el ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida mediante la cuantificación del uso de recursos ("entradas" como energía, materias primas, agua) y emisiones ambientales ("salidas" al aire, agua y suelo) asociados con el sistema que se está evaluando [2], [3].

La búsqueda del desarrollo sostenible demanda la reducción en la producción de residuos municipales, así como la generación de nuevas estrategias de gestión que minimicen los impactos ambientales. Debido a ello, es necesario evaluar, de una manera objetiva, las implicaciones ambientales derivadas de los sistemas de gestión de residuos municipales.

En este trabajo se realiza el levantamiento del inventario para un ACV para identificar y cuantificar las principales variables que se requieren para utilizar el software TEAM. Para ello el Cuerpo Académico de Sustentabilidad Energética (CASE), ha desarrollado 3 proyectos, en los últimos 3 años, de donde se cuantificaron cualitativa y cuantitativamente datos, como la caracterización física y química de los residuos sólidos urbanos (RSU), la propuesta de un programa de gestión

integral para Tepic, el potencial energético de los RSU [4], el diseño de un biodigestor de flujo continuo para la producción de biogás a partir de la materia orgánica procedente del vertedero el Iztete y el Estudio de Prefactibilidad Económica (donde también se incluye la propuesta del diseño ingenieril de un nuevo Relleno Sanitario de la ciudad de Tepic Nayarit [5].

Que permitirán estudiar los aspectos ambientales y los potenciales impactos a través del ciclo de vida de un producto o servicio, desde la extracción de la materia prima, la producción, el uso y la disposición final.

2. Metodología

Se plantea la siguiente metodología, para identificar algunas de las variables que se requieren, para evaluar el ciclo de vida de los residuos sólidos de la ciudad de Tepic, al emplear el software TEAM.

2.1 Etapa I. Límites del Sistema

Límite espacial.- Este trabajo se limita a la Ciudad de Tepic, Nayarit con una superficie de 1,983.3 Km², con una población de 380,249 habitantes [5] y presenta una tasa de generación per cápita de residuos municipales de 1.09 kg/hab/día [5].



Límite temporal.- Se considera como escenario base la gestión actual de la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de Nayarit (SEMAY) responsable de la política ambiental del Estado de Nayarit, de acuerdo a la facultad establecida en el artículo 9 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y el Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos, donde se establece la política ambiental municipal en materia de residuos sólidos y plantea los ejes rectores, objetivos, estrategias, líneas de acción, actividades, responsables, plazos y metas de la SEMAY en materia de residuos sólidos [6].

Límite por tipo de residuos.- Consiste en sólidos variados que provienen tanto de zonas residenciales como de comerciales. Está conformada por dos tipos de materiales: combustibles y no combustibles. El material combustible los forman el papel, cartón, plástico, textiles, cuero, madera, hojarasca y mobiliario; y entre los no combustibles se encuentran el vidrio, loza, latas y metales [6].

2.2 Etapa II. Unidad Funcional y Descripción del sistema de gestión de residuos sólidos.

La unidad funcional de este ACV es la cantidad de residuos sólidos generados en el año 2011 en la ciudad de Tepic Nayarit, lo que equivale a 151281.91 toneladas.

Los procesos que deberían de formar parte del sistema de manejo de residuos sólidos se muestran en la Tabla 1, así como algunas de las cantidades manejadas durante dichos procesos [1] y en la figura 1 se detallan los flujos de entradas de materias y las salidas de materias y emisiones.

2.3 Etapa III. Inventario del Ciclo de Vida

Para el caso de Tepic el manejo de los residuos se limita a la generación y disposición final, ya que no cuenta con la información de Tiraderos Clandestino, Transferencia (TRA), Plantas de selección (PSE), Reciclaje, Plantas de fabricación de compostaje, vertedero controlado y cogeneración de energía. En los resultados se describen las etapas que constituyen el inventario del ciclo de vida y las variables actuales del proceso que forman parte del sistema de manejo de Residuos Sólidos de la ciudad de Tepic.

3. Resultados y Discusión

En la figura 2, se observa la propuesta del ciclo de vida de los residuos sólidos urbanos (RSU) de la ciudad de Tepic Nayarit, y a continuación se describe cada etapa del ACV.

Generación: la primera etapa del ciclo de los

residuos está estrechamente relacionada con el grado de conciencia de los ciudadanos y las características socioeconómicas de la población, en Tepic se generan 414.471 toneladas por día.

Transporte y recolección: El manejo de residuos sólidos del municipio de Tepic está integrado por los subsistemas de: Barrido Manual, Recolección y Disposición Final. El servicio de recolección en el municipio de Tepic cuenta con un parque vehicular de 49 camiones compactadores de 16 m³ de carga trasera. Cuenta con un sitio de disposición final de residuos sólidos llamado “El Iztete”, de aproximadamente 11.5 hectáreas y en donde se depositan los residuos sólidos generados en la cabecera municipal y las localidades.

Clasificación: De las 414.471 toneladas de residuos solo el papel y PET con el 18 y 5% respectivamente, son clasificados y separados (por pepenadores), para su futura comercialización, el resto de los residuos son depositados en el tiradero.

Reutilización: Esta etapa tiene como finalidad maximizar el uso de los residuos sólidos urbanos antes de enviarlos a disposición final, es decir, se reutilizan y separan a fin de aprovechar los materiales potencialmente reciclables, siempre y cuando sea adecuado y factible en términos ambientales y económicos; la población de Tepic no cuenta con este tipo de cultura, en su mayoría las personas desechan los residuos sin aprovecharlos al máximo antes de ser considerados como basura.

Almacenamiento: Es una etapa muy importante, ya que en dependencia de cómo depositamos los residuos, los mismos podrán ser usados como materia prima en la etapa de reciclaje. Los usuarios de la ciudad almacenan los residuos en una primera etapa en sus hogares, posteriormente son sacados a la calle y almacenados en las esquinas, esperando que el camión recolector los recoja, esta situación ocasiona problemas ambientales y de salud por la cantidad de malos olores generados.

Tratamiento: Las ventajas del tratamiento son: aumentar el valor agregado de las materias recuperadas generación de empleos, prolongación de la vida útil del relleno sanitario y posibilidades de mejoramiento continuo del proceso, en Tepic esta etapa no se aplica y los residuos son depositados de la misma manera que son generados desde su origen: hogares, escuelas, mercados, establecimientos, rastro municipal y clínicas medicas.

Reciclaje: Es el aprovechamiento de los RSU como materia prima y su incorporación nuevamente a los ciclos tecnológicos de la industria. Tampoco esta etapa existe en la ciudad de Tepic. Existen pequeñas empresas que recolectan y separan, para después vender.

Generación de Bioenergía: En esta etapa los residuos que llegan al relleno sanitario son preparados para su degradación, aprovechando el gas generado por los microorganismos encargados de descomponer la materia, el metano producido es capturado, para ser utilizado como combustible ya sea en un motor a combustión interna o solo para generar calor, Tepic no cuenta con ningún tipo de tecnología que permita la producción de energía limpia a partir de los RSU.

Disposición final: Es el confinamiento y

encapsulamiento de los RSU inservibles, tóxicos y peligrosos, para evitar el contacto eventual de estos residuos con el exterior, principalmente con los organismos vivos. La disposición final de los residuos de la ciudad de Tepic es a cielo abierto en el tiradero el Iztete, un foco de infecciones y contaminación, al no tener control se forman montañas de basura que generan contaminantes, gases con efecto invernadero y enfermedades para las personas cercanas al lugar.

Tabla 1. Procesos que deberían formar parte del sistema de manejo de Residuos Sólidos de la ciudad de Tepic, Nayarit.

Abreviatura	Proceso	Descripción	Cantidad de residuos (ton/día)
	Generación total		414.471
	Recolección diaria (95.18%)		394.49
RNS	Recogida no selectiva	Recogida domiciliaria que no está separada	No se maneja
PP	Pepena (16.03%)	Selección realizada por personas, venta individual	66.43
RS	Recogida selectiva	Recogida domiciliaria que está separada (orgánicos-inorgánicos)	No se maneja
TC	Tiraderos clandestinos	Destino ilegales de Residuos Sólidos	
ETRA	Estaciones de transferencia	Paso intermedio entre la generación y el destino final de los Residuos Sólidos	No se cuenta con ETRA
PSE	Plantas de selección	Lugar en donde son separados los materiales que irán a reciclaje	No se cuenta con PSE
RR	Reciclaje		104.7
RS_{pyc}	Papel y cartón (11.03%)	Cantidad de papel y cartón revalorizado para reciclaje	45.71
RS_p	Plásticos (5%)	Cantidad de plástico revalorizado para reciclaje	20.72
RS_{Fe}	Férricos (1.43%)	Cantidad de férricos revalorizado para reciclaje	5.92
RS_{Al}	Aluminio (1.31)	Cantidad de aluminio revalorizado para reciclaje	5.42
RS_v	Vidrio (5%)	Cantidad de vidrio revalorizado para reciclaje	20.72
RS_{ma}	Madera (0.15%)	Cantidad de madera revalorizado para reciclaje	6.21
VER	Vertedero el Iztete (83.97%)	Destino final de los residuos que no pudieron ser revalorizados	348.03

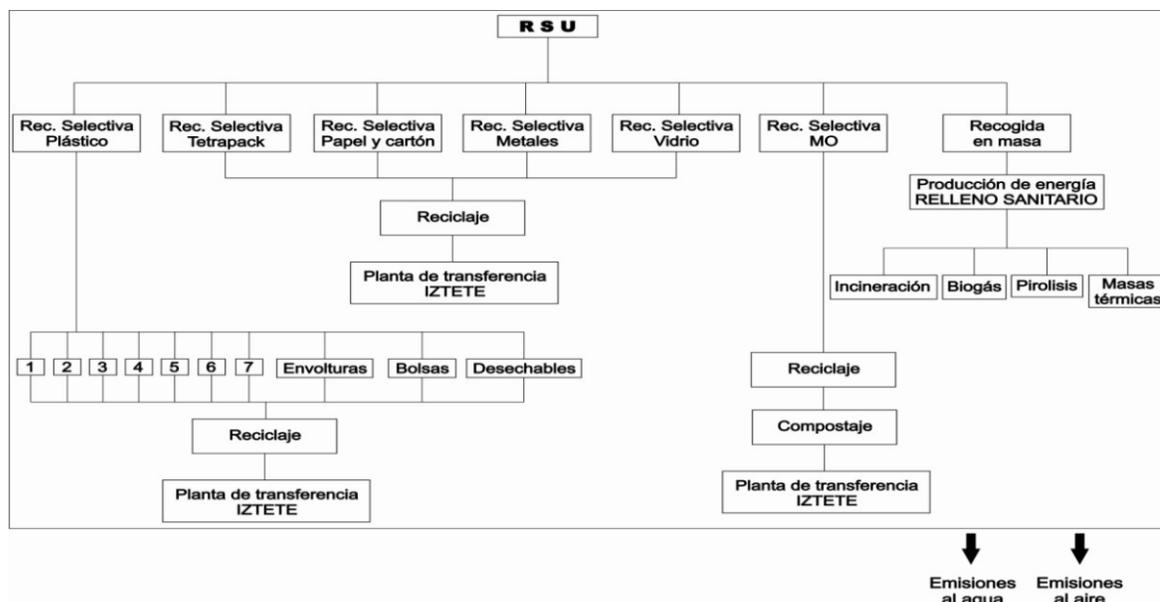


Figura 1. Procesos que deberían estar incluidos en el sistema actual de la gestión de los residuos sólidos.



Figura 2. Ciclo de vida de los RSU.

Inventario del Ciclo de Vida

Los escenarios de gestión de residuos propuestos son los siguientes: el escenario A1 es el sistema actual de gestión de residuos. Y se postulan otros dos escenarios A2 Y A3, para cubrir las líneas de acción estratégica que se observaron durante la investigación, que serían a) aumentar la recogida selectiva para generar un producto con valor agregado (composta) y b) incrementar el porcentaje de recuperación de residuos en las plantas de selección, es decir fomentar el reciclaje de materiales. Otro escenario A4 corresponde a las metas de incineración para la producción de energía. Y compararlas con otros escenarios del orden nacional e internacional.

Se considera una tasa de generación de biogás de 300 m³/t con una eficiencia de recolección del 65 % [5], el cual es tratado por medio de bioenergía.

En cuanto a las emisiones al agua y al aire por la producción de reciclaje de vidrio, cartón y papel, aluminio, plásticos y residuos férricos fueron asignadas como emisiones evitadas debido al reciclaje de dichos productos, de acuerdo a la base de datos DEAM (Ecobilan).

4. Conclusiones

Este trabajo generó datos de calidad y disponibilidad requeridos, para poder evaluar el impacto del ciclo de vida de los residuos sólidos de la ciudad de Tepic. En un trabajo posterior se consideraran 4 escenarios posibles para la gestión de los residuos: A1) el escenario actual, A2) 100% de disposición en el relleno sanitario, A3) 100% de materiales a reciclado y A4) Producción de energía o escenario optimizado.

Entre los mayores problemas enfrentados están la recopilación de datos de las partes interesadas esencialmente por qué no se cuenta con una base de datos de confianza y se requiere de mucho tiempo para generar una base de datos reales y fidedignos.

Se concluye que al evaluar el ciclo de vida de los residuos sólidos permitirá conocer cuál de ellos tienen el mejor comportamiento ambiental, que nos permita identificar la disminución de los residuos depositados en el tiradero, así como identificar el proceso que más convenga para la producción de energía. También podremos identificar los escenarios que generen mayor o menor daño. Asimismo nos permitirá identificar un orden jerárquico de los tratamientos. Los resultados ha estudiar deben mostrar el ahorro de energía del producto, el consumo de energía de la recolección,

clasificación y transporte del material reciclado.

Por lo que es muy importante mostrar que el ACV es una herramienta útil, para las entidades reguladoras, quienes se encargan de establecer un criterio ambiental en un determinado país. Esto lo pueden conseguir a través de los sellos ambientales, para lo cual es esencial el uso de esta herramienta.

5. Referencias

1. Saldaña Duran, C. E.; Hernández Rosales, I. P.; Messina, S. Caracterización física de los RSU que se depositan en el vertedero el Iztete de Tepic Nayarit. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* **2012**, 28.
2. Güereca Hernández, L. P. Desarrollo de una metodología para la valoración en el análisis del ciclo de vida aplicada a la gestión integral de residuos municipales. Tesis Doctoral, 2006.
3. Güereca, L.P.; Gassó, S.; Baldasano, J.M.; Jiménez-Guerrero, P. *Resour. Conserv. Recycl.* **2006**, 49, 32-48.
4. Saldaña Duran, C. E.; Hernández Rosales, I. P.; Messina, S. Evaluación del Potencial energético de los RSU que se depositan en el vertedero el Iztete de Tepic Nayarit. *Química Hoy Chemistry Sciences* **2011**, Vol. I, No. 2.
5. Ibarra Rodríguez, D.; Rentería Cataño, O. M. Estudio de Prefactibilidad para la construcción de un relleno sanitario en la ciudad de Tepic. Tesis de Licenciatura, 2012.
6. Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos de Tepic, 2009.