

Creación de conciencia ambiental, caracterización de residuos y confinamiento de residuos en el marco de la gestión integral de residuos

Ricardo Pérez

R. Pérez
Universidad Tecnológica Fidel Velázquez. División Académica de Tecnología Ambiental, Biosistemas Sustentables S.A.P.I, Ex Hacienda la Encarnación Emiliano Zapata SN, El Tráfico, 54400 Villa Nicolás Romero, Estado de México

M. Ramos., V. Aguilera., (eds.) .Ciencias Naturales y Exactas, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2013.

Abstract

The achievement of sustainability requires the exchange of a linear system of satisfaction of material needs a cyclic scheme of: extraction of raw materials, production, distribution, consumption and waste; where once completed the service life of the satisfiers these can be exploited through technological production schemes viable, economically feasible, environmentally responsible and socially acceptable. However, structuring an efficient scheme of Integral management of wastes that will allow chained the disposal of satisfiers with obtaining raw materials, requires a series of stages such as: waste characterization, calculation of generation per capita, creation of environmental awareness in the society, identification of potential markets, generation of waste treatment strategies identification of final disposal sites, the adaptation of technologies, the design and construction of treatment facilities and the necessary research for the optimization of the corresponding processes.

These stages, has been addressed throughout various projects throughout Mexico by working together the Academy with public and private instances where the results of the carried out activities are successfully operating environmental projects that are solving integral and sustainable manner the problem of waste in Mexico.

10 Introducción

El manejo adecuado de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) es una función cada vez más importante en la gestión municipal, no solamente por la creciente percepción pública de la problemática ambiental sino en la necesidad de un uso eficiente de los recursos públicos que deriven en un manejo sustentable de los recursos y espacios del municipio, mejorando así la calidad de vida de la población para lo cual es necesaria la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la protección de sus ecosistemas, mediante la promoción de cambios en los modelos de consumo y producción, así como en el establecimiento de sistemas para la prevención y gestión integral de los residuos que sean ambientalmente adecuados, técnicamente factibles, económicamente viables y socialmente aceptables. Por tal razón, se define como política nacional en material de residuos: La reducción, reutilización y reciclado de los mismos, enmarcados en sistema de gestión integral en los que aplica la responsabilidad compartida diferenciada entre los diversos actores y órdenes de gobierno, para el logro de un Desarrollo Sustentable.

La jerarquía para el manejo integral de los residuos se basa en: prevención, reducción, recolección, recuperación, reutilización, reciclaje, tratamiento, aprovechamiento del potencial energético y la disposición final, llevándose a cabo de acuerdo a las circunstancias particulares de cada localidad, pero garantizando una recolección completa de los residuos generados en la misma, reduciendo de esta forma, el impacto ambiental asociado.

Las bases de una Gestión Integral de Residuos eficiente depende en particular de 2 aspectos: La determinación de la generación per cápita y la caracterización de los residuos generados.

Una vez establecida la cantidad, tipo y frecuencia de los residuos generados, puede procederse al diseño y costeo de los sistemas de almacenamiento, recolección, y tratamiento más adecuado que permitan establecer la factibilidad de reciclaje de los mismos, entendido como la actividad de recuperar los desechos sólidos a fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos, ecológicos y sociales.

A lo largo del documento se describen las actividades en que ha participado la División Académica de Tecnología Ambiental de la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez a lo largo de 4 años en el Estado de México consistentes en:

Caracterización de residuos sólidos urbanos.

Determinación de la generación per cápita de residuos.

Evaluación de sitios de disposición final.

Elaboración de documentos para la educación ambiental no formal.

Diseño y supervisión de la construcción de un sitio de disposición final.

10. 1 Método

En la elaboración de los estudios mencionados participaron autoridades estatales, municipales, empresas privadas y el sector académico; quienes generaron información que permitió a los tomadores de decisiones, contar con un panorama realista de la problemática que enfrenta la sociedad en torno al tema de los residuos sólidos urbanos.

Las actividades descritas, ha sido realizadas en el municipio de Nicolás Romero, Estado de México de manera conjunta entre: la empresa Biosistemas Sustentables, S.A.P.I. de C.V., la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez, y la Secretaria de Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. Los proyectos han consistido en la estimación de la generación de RSU, su composición y características físicas; para lo cual se usó de los procedimientos establecidos en las normas técnicas: NMX-AA-15-1985 Método de cuarteo, NMX-AA-22-1985 Selección y cuantificación de subproductos, NMX-AA-061-1985 para la determinación de la generación de residuos sólidos municipales, y la NMX-AA-019-1985 para determinar peso volumétrico.

Puesto que los parámetros básicos para el diseño de cualquier sistema integral de gestión de residuos requiere de los datos particulares referentes a la generación per cápita, el peso volumétrico, la composición según subproductos y la caracterización física y química de los residuos sólidos municipales.

Dichas actividades son realizadas en campo; para lo cual es necesaria la intervención de las autoridades ambientales y de seguridad municipales ya que el procedimiento establece que debe llevarse a cabo la recolección de una muestra representativa de la comunidad a partir del estrato social y su distribución espacial, durante un periodo de 8 días. Para el análisis de las muestras obtenidas por día es necesario:

Selección y formación de Promotores Ambientales.- Es necesario contar con personal técnico capaz de identificar las características de interés para el manejo de residuos, así como de manejar los aspectos técnicos correspondientes; y explicar a la ciudadanía y autoridades correspondientes los detalles del proyecto; para lo cual se recurrió a estudiantes de sexto cuatrimestre y de décimo cuatrimestre de las carreras de Técnico Superior Universitario en Tecnología Ambiental y en Ingeniería en Tecnología Ambiental respectivamente; a quienes se les explicaron los alcances del proyecto y se convirtieron en los promotores ambientales.

Campaña de información a la comunidad.- De manera conjunta con el municipio se diseñó una serie de carteles y trípticos que fueron repartidos por los promotores ambientales en las colonias seleccionadas por su características socioeconómicas para el estudio; los promotores visitaron en pareja casa por casa la zona asignada con la finalidad de explicar e invitar a la ciudadanía a participar en el proyecto; a quienes se interesaron en participar, se les repartieron bolsas de polietileno para que depositaran los residuos del día y se acordó un horario de recolección de las muestras de residuos; así como el levantamiento de un censo básico de información.

Recolección de las muestras.- Los promotores ambientales recolectaron diariamente durante 8 días las muestras de residuos de los domicilios participantes (100 casas).

Caracterización y análisis.- La totalidad de las muestras recolectadas por día fue trasladada a las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Residuos, en donde se realizó el cuarteo, caracterización y análisis físico con la finalidad de identificar los porcentajes de: fracción orgánica (susceptible de ser bioprocesada), reciclables (para lo que hay mercado potencial en la zona) y el material inservible (residuos a confinar) de acuerdo con los métodos descritos en las NMX-AA correspondientes.

Análisis de las muestras. Una vez realizado el biotratamiento a la fracción orgánica, el compost obtenido fue enviado a los laboratorios A&L CANADA LABORATORIES INC, para obtener el valor nutricional del producto.

Otro proyecto que se realizó, fue la evaluación del cumplimiento de la celda de confinamiento de la planta de procesamiento de conformidad con la NOM-083-SEMARNAT-2003; que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial; así como el diseño y supervisión de la construcción de una celda de confinamiento de acuerdo al punto 6 de la citada Norma.

La construcción de una celda de confinamiento para residuos, requiere primeramente de la determinación del sitio de construcción, que tiene una serie de restricciones de ubicación así como la obligatoriedad de estudios: geológicos y geohidrológicos regionales, la evaluación geológica y geohidrológica del sitio y un estudio geológico (punto 6 de la NOM-083-SEMARNAT-2003); puesto que se trataba de una ampliación de la celdas de confinamiento existentes; se utilizaron los estudios ya existentes; por lo solo se contemplaron las especificaciones para el diseño y construcción de una celda de confinamiento; del punto 7 de la citada norma, que básicamente se relacionan con que se garantice una barrera geológica natural o equivalente a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica de al menos 1×10^{-7} cm/seg. Además de contar con sistemas de extracción, captación y control del biogás y lixiviados así como el establecimiento de drenes perimetrales para el desvío de escurrimientos pluviales. Para el diseño y construcción de la celda de confinamiento, se realizaron las siguientes actividades:

Ubicación y trazado con ayuda de Software Google Earth, Distanciómetro Leica D8 para la ubicación de coordenadas y límites perimetrales.

Despalme del terreno; con ayuda de un Tractor Caterpillar modelo D6H para la remoción de la cubierta vegetal (la cual se conserva y se usa después para la reforestación de la celda).

Excavación con ayuda de un Camión thorton de 15 m^3 y excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL, para la remoción de tierra hasta completar dimensiones y pendientes requeridas.

Nivelación con excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL para el pulido de las paredes y piso de la excavación para la correcta colocación de geotextil y geomembrana Impermeabilización con Termofusionadora Leister, geotextil y geomembrana.

Pruebas de Hermeticidad con bomba de vacío, que consisten en hacer vacío en los empalmes de la geomembrana para garantizar la hermeticidad.

Nivelación; nuevamente con camión thorton de 15 m^3 y excavadora hidráulica Caterpillar modelo 320BL, Tractor Caterpillar modelo D6H, para colocar tepetate en el piso de la celda sobre la geomembrana para lograr las pendientes requeridas para el control de los lixiviados.

Una vez realizadas las actividades, se procede a la elaboración del reporte para las autoridades correspondientes, donde se informa sobre la: dimensión, vida útil y manuales de operación correspondientes.

Finalmente, para la elaboración de las actividades del Programa de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México en materia de Residuos Sólidos Urbanos; la Secretaría de Medio Ambiente del Estado de México apoyada por la Agencia de Cooperación Técnica Alemana, contrata a expertos técnicos en el tema de residuos (entre los que participan académicos de la carrera de Tecnología Ambiental), quienes coordinaron las siguientes actividades:

Convocar a las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) Ambientales del Estado de México.

Coordinar 2 talleres, en los que participaron 54 organizaciones procedentes de todo el Estado de México con experiencia en actividades orientadas a la protección ambiental.

Recopilar las experiencias sobre la problemática ambiental que aqueja al Estado.

Analizar los relatos, y experiencias de las OSC, para identificar los aspectos problemáticos en torno al manejo de residuos.

Desarrollar actividades específicas orientadas a la enseñanza de los conceptos de: Análisis de Ciclo de Vida, Impacto Ambiental, Reducción, Reúso y Reciclaje; para ser impartido como Educación No Formal, en los parques de la entidad mexiquense.

Integrar un cuadernillo con actividades basadas en la reflexión y sensibilización respecto a los impactos ambientales asociados a nuestras actividades cotidianas por lo que están al alcance de prácticamente cualquier persona, y no es necesario contar con experiencia o formación alguna para recibir la capacitación correspondiente.

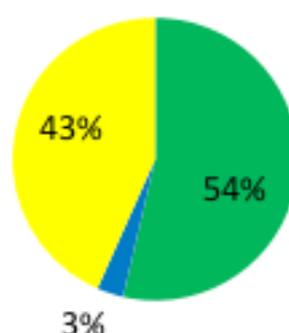
10.2 Resultados

La generación per cápita de Residuos para el municipio de Nicolás Romero, Estado de México es de 0.747 ^{m³} y la composición de los residuos en términos de interés para la empresa Biosistemas Sustentables dedicada al tratamiento de residuos sólidos urbanos, se muestra en el gráfico 10.

Grafico 10 Composición de Residuos Sólidos Urbanos en Nicolás Romero, Estado de México, 2012

Composición de Residuos Sólidos Municipales

■ Orgánico ■ Reciclables ■ Inservible



Mientras que los residuos considerados como reciclables son: Vidrio transparente, tetrapack, plástico soplado e inyectado, cartón, vidrio de color, fierro, PET, polietileno de color de alta densidad, polietileno de color de baja densidad, y polietileno transparente. La caracterización en estos términos, obedece al hecho de los *Reciclables*, son empleados como materia prima en otros procesos según la presencia de procesos industriales en la zona; los *orgánicos*, son sometidos a un proceso de biotratamiento para obtener una composta que se emplea en producción agrícola. En la tabla 10, se muestran los resultados de los análisis efectuados a la fracción orgánica composteada.

Tabla 10 Resultados de análisis al compost los inservibles que son materiales inorgánicos, son enviados a una celda de confinamiento

No	Parámetro	Resultados
1	Nitrógeno	0.59%
2	Fósforo	0.71%
3	Potasio	0.22%
4	% de Materia Orgánica	14.9%
5	Relación Carbono:Nitrógeno	13:1
6	Humedad	10%

Las actividades del diseño y construcción de la celda de confinamiento, tuvieron una duración de cinco meses; durante dicho periodo fueron removidos 53457 m³ de material con una excavadora Caterpillar 320BL y 2 camiones thorton de 15 m³; a un ritmo de 1000 m³/día; una vez lograda la excavación y niveladas las paredes y piso, se colocó geotextil de fibra de poliéster de 250 gr/m² y una geomembrana de polietileno de alta densidad de 1.5 mm termofusionada; concluyendo el proyecto en los plazos establecidos. Respecto a la estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México, se integró un cuadernillo que será repartido a las Organizaciones de la Sociedad Civil participantes en los talleres, con la finalidad de que las actividades plasmadas sean transmitidas a los visitantes de parques y espacios públicos.

Los cuadernillos cuentan con una variedad de actividades que permiten transmitir un mensaje a los participantes con la finalidad de que se comprometan a asumir un comportamiento específico a partir de una actividad o de una serie de estas de acuerdo al interés del grupo o a la disponibilidad de espacio, con lo que se pretende sensibilizar a la población en la reducción de los residuos, y la separación y almacenamiento adecuado de los mismos.

10.3 Discusión

Los resultados plasmados en el presente documento, permiten establecer una idea de la capacidad técnica en torno al tema de la Gestión Integral de Residuos planteado por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos; que puede alcanzar una institución académica cuando se da una adecuada vinculación: industria–gobierno–academia; y aunque los resultados son satisfactorios, existen aspectos que deben ser mejorados como lo es un esquema más expedito de respuesta, que permita a los interesados contar con la prestación de un servicio de manera más adecuada. Por otra parte existen limitaciones en las instituciones académicas respecto a la gestión de recursos académicos que permitan realizar el pago a los prestadores de servicios que participan en la elaboración de los proyectos en cuestión; tales como: traslados de personal, pagos de maquinaria, de análisis, etc. También es importante mencionar que al ser realizadas las actividades por estudiantes, no existe disponibilidad de personal calificado durante todo el año, sino solo durante los periodos en que son impartidas materias que involucran temas propios de las peticiones de los interesados en la prestación de servicios, por lo que sería conveniente contar con financiamiento para la manutención de una célula de trabajo durante los periodos en que no hay alumnos disponibles; que permitiera capacitar al personal en el momento en que surja un proyecto; puesto que en todos los proyectos, algunos de los alumnos participantes han sido posteriormente contratados por las empresas para dar seguimiento y continuidad a lo iniciado.

Por otra parte, se ha detectado una necesidad creciente de contar con la capacidad y el equipamiento para efectuar capturas básicas en Sistemas de Información Geográfica y de análisis de laboratorio para realizar: respirometrías, determinación de metales pesados en compostas y análisis de explosividad en emisiones de rellenos sanitarios; además de que la tendencia en el manejo de residuos va hacia el aprovechamiento de la fracción inorgánica como fuente alterna de energía por lo que es necesario realizar análisis para determinar el poder calorífico de los residuos. Finalmente, los sitios de tratamiento y/o disposición final de residuos atraen la atención del público en general, por lo que la creación de áreas para la difusión y sensibilización de la problemática asociada al manejo de residuos puede ser una poderosa estrategia para la resolución de la problemática ambiental implícita.

10.4 Conclusiones

Proyectado la generación per cápita de residuos calculada en el Municipio de Nicolás Romero, Estado de México, a la población nacional, se obtiene una generación nacional de residuos de 82170 toneladas diarias. La simple mención de la cifras da la idea de que dar tratamiento a los residuos sólidos en México es una necesidad apremiante; pero existen vacíos documentales, tecnología nacional insuficiente y poco personal técnico; que vuelvan atractivo a los inversionistas desarrollar empresas de tratamiento de residuos, por lo que es necesario incrementar la información y la capacidad de los recursos humanos relacionados con el tratamiento exitoso de residuos; puesto que la tendencia mundial apunta a un creciente crecimiento en la cantidad de residuos, por lo que el aprovechamiento de los mismos es requisito indispensable para alcanzar un Desarrollo Sostenible; en este sentido, lograr la participación de la sociedad haciendo que esta tenga una adecuada separación y almacenamiento en la fuente, facilitarían las labores de reciclaje y aprovechamiento de los residuos; por lo que es importante el incremento de la cultura ambiental de la población, mediante la creación de consciencia ambiental, es así que el desarrollo del cuadernillo de actividades, elaborado como parte de la Estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México, es una aportación que solventa la necesidad de técnicas de enseñanza ambiental en los habitantes de las ciudades. Por otra parte, los resultados de la caracterización de residuos efectuada, sugiere que es necesario desarrollar tecnologías ambientales relacionadas con el tratamiento de residuos en tres vertientes; en primera instancia para el tratamiento de los residuos orgánicos el compostaje pudiera ser una alternativa viable; pero es necesario contar con laboratorios que puedan hacer los análisis al compost obtenido; así mismo es necesario incrementar la cantidad de centros de acopio de residuos para lograr una mayor cantidad de recuperación de materiales reciclables; con lo que el problema queda resuelto en un 57% y solo sería necesario confinar el 43% restante mientras se consolida el aprovechamiento energético de la fracción de inorgánicos restante. Finalmente con la construcción de la celda de confinamiento de residuos se demuestra que los medios técnicos y el personal técnico requerido para cumplir con la normatividad correspondiente, están al alcance en prácticamente cualquier municipio conurbado. Los resultados obtenidos demuestran que es posible lograr esquemas adecuados de manejo de residuos a partir de la formación académica adquirida por los estudiantes de Tecnología Ambiental en las Universidades Tecnológicas; contribuyendo así a resolver integral y sustentablemente el problema de la basura en México.

10.5 Referencias

NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Documentos Técnicos y Normativos del Estado de México. Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial. Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. 2009.

Estrategia de Educación Ambiental No Formal para el Estado de México. Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México. 2010

Isaza-Arias, GC; Pérez-Méndez, MA; Laines-Canepa, JR; Castañón-Nájera, G. Comparación de dos técnicas de aireación en la degradación de la materia orgánica. *Universidad y Ciencia*, vol. 25, núm. 3, diciembre, 2009. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Pascual JA, Ayuso M, García C, Hernández T (1997) Characterization of urban waste according to fertility and phytotoxicity parameters, *Waste Management Research*.

Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil S (1998) *Gestión integral de residuos sólidos*. Mc. Graw Hill, España,