

DETERMINACIÓN DE PARAMETROS REFERENCIALES DE CO₂ Y CH₄, EN RELLENO SANITARIO LA PARAGUITA

DETERMINATION OF REFERENCIAL PARAMETERS OF CO₂ Y CH₄, IN LANDFILL “LA PARAGUITA”

Recibido: 05-11-2008 / Aceptado: 12-03-2009 *Chassaigne, Gerdi¹; Pinto, Gilberto² (Autor de correspondencia)*

¹Área de Postgrado, Facultad de Ingeniería, ² Universidad de Carabobo (UC).

Departamento de Química, FACyT, Universidad de Carabobo.

(1)gerdich@gmail.com; (2)gjpinto@uc.edu.ve

RESUMEN

En el relleno sanitario La Paraguita, del eje costero del estado Carabobo, no se conocen los valores de las emisiones de gases de efecto invernadero, metano y dióxido de carbono, los cuales inciden sobre el cambio climático. El desconocimiento de estos parámetros no permitía llevar ningún control sobre su generación, en consecuencia, se producían incendios y explosiones descontroladas. El objetivo de esta investigación fue la determinación de los parámetros referenciales de metano y dióxido de carbono, para la caracterización del relleno bajo estudio. Esta caracterización se obtuvo mediante la aplicación del modelo matemático IMW-2, para lo cual se recopiló la información correspondiente a: población, generación de desechos residenciales y comerciales, vehículos de los residentes, cantidad y tipos de residuos, cantidad de material recuperado por reciclaje, en la comunidad bajo estudio. Estos datos alimentaron al modelo, lo que permitió obtener datos referenciales de emisiones en este relleno: 12.467 Ton de CO₂ y 5.541 Ton de CH₄, para lo dispuesto en el año 2007.

Palabras clave: Manejo de Residuos Sólidos, Cambio Climático, Gas Invernadero, modelo IMW-2.

SUMMARY

In the land fill La Paraguita, located in the eastern part of the costal axis of Carabobo State, emissions values of methane and carbon dioxide are not known, which have incidence on weather changes. These parameters unknown did not allow carrying out any control on their generation; consequently, out of control fire and explosion were taken place. The aim of this research was to determine referential parameters of methane and carbon dioxide to characterize the landfill under consideration. The mathematical model IMW-2 was used to perform this characterization, which required information about population, residential and commercial waste generation, vehicles of residents, amount and type of waste, amount of recovered material by recycling, in the community under study. These data fed the model that allowed getting referential data of emissions in this landfill: 12.467Ton of CO₂ and 5.541 Ton of CH₄, to the produced in 2007.

Key words: Management of solid waste, weather change, IMW-2 model.

INTRODUCTION

La basura orgánica, al degradarse en los vertederos y rellenos sanitarios, donde es descargada, produce metano, un gas de invernadero que tiene la capacidad de absorber 21 veces más calor en la atmósfera que el dióxido de carbono (CO₂), (IPCC, 2006). De esta forma, los desechos de naturaleza orgánica representan una emisión significativa de metano, que por lo general, es mayor en las comunidades que poseen más poder adquisitivo (Sánchez, 1999). La realización de este proyecto conlleva a la toma de decisiones en cuanto a Cambios en los sistemas de manejo de desechos sólidos, para reducir las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), que inciden en los efectos del cambio climático, lo que permitirá la obtención de beneficios tangibles a los residentes de las ciudades y municipios, al mismo tiempo, que asegura a las generaciones futuras el acceso a los recursos que garanticen soporte a la salud, prosperidad y nivel de vida acorde a las aspiraciones sociales. Los riesgos del cambio climático global, como resultado de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) de origen antropogénico y sus muchos efectos negativos, se convirtieron en una importante preocupación de la comunidad científica internacional desde hace más de dos décadas (Ruiz, 2006). Ello condujo precisamente, a la creación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC), organización dedicada al estudio del fenómeno, sus eventuales consecuencias y posibles soluciones. En enero de 2001, la Comisión Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el Cambio Climático, presentó un informe en el que se ponía de manifiesto que la temperatura media de la Tierra había aumentado 0,6 grados en el siglo XX, así mismo prevé que la temperatura media del planeta subirá entre 1,4 y 5,8 °C entre 1990 y 2100. Este aumento provocará cambios en el nivel del mar (desde finales de la década de 1960 ha crecido entre

0,1 y 0,2 m y aumentará entre 0,09 y 0,88 m entre 1990 y 2100) y disminución de la cubierta de hielo y nieve (desde finales de la década de 1960 ha disminuido un 10%). Este informe de la ONU pone de manifiesto que la actividad humana contribuye sustancialmente al cambio climático. El calentamiento de la superficie terrestre parece estar relacionado, principalmente, con el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (como el metano y el dióxido de carbono) en la atmósfera. Venezuela, en la primera comunicación Nacional de cambio climático, en el año 2005, enmarcado dentro del Protocolo de Kioto, plantea desarrollar estudios sectoriales para las estimaciones de emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI) en los sectores de generación de energía, transporte, manejo de desechos sólidos, edificaciones, con recomendaciones dirigidas al uso de energías renovables, combustibles alternativos, adopción de un sistema integral de manejo de desechos sólidos y el uso intensivo de la eficiencia energética. En el año 2007 los Grupos de Trabajo I, II y III, del Panel Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (IPCC) relacionados, respectivamente, con la base científica, impacto, vulnerabilidad, adaptación y migración, presentaron el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, en el cual se sintetizó el entendimiento científico actual del calentamiento global y de las futuras proyecciones del cambio climático, mediante el uso de los más avanzados modelos climáticos globales. Las evaluaciones mostraron que el grado de cambios climáticos en las décadas por venir dependerá notoriamente de los escenarios de emisión de gases efecto invernadero. Los hallazgos científicos delineados en este reporte, son cruciales para los efectos de diseño y formulación de políticas climáticas. Esto requiere una visión sobre los escenarios futuros de estabilización de concentraciones de GEI, lo que a su vez requiere de una evaluación sobre los escenarios de emisiones a nivel global. Ello permitirá evaluar el esfuerzo que la comunidad deberá hacer para atacar el problema en su raíz. El objetivo de esta investigación es la determinación de los parámetros referenciales de metano y dióxido de carbono, para la caracterización del relleno sanitario La Paraguita, del eje costero del estado Carabobo conformado por la Mancomunidad de la Costa, integrada por los Municipios Puerto

Cabello y Juan José Mora. Esta caracterización se obtiene mediante la aplicación del modelo matemático IMW-2.

METODOLOGÍA

La metodología a seguir para el logro del objetivo consiste, primeramente, en reconocer el conjunto de operaciones y procesos que conforman el sistema de desechos sólidos del relleno sanitario La Paraguita, para lo cual se identifican las entradas y salidas del mismo. En la evaluación de un sistema para el manejo integral de los desechos municipales, las entradas corresponden a los desechos sólidos generados en la localidad en consideración, en este caso la Mancomunidad de la Costa (municipios Puerto Cabello y Juan José Mora del estado Carabobo), así como la energía y otros materiales necesarios para la operación del sistema. Las salidas son los productos beneficiosos y las emisiones atmosféricas, descargas al agua y material residual a disponer mediante relleno sanitario en el suelo. Una vez que se establece el conjunto de operaciones y procesos que conforman el sistema, se procede a calcular las entradas y salidas de cada proceso de tratamiento, utilizando los datos correspondientes a cada uno de ellos mediante el modelo Matemático IWM-2, herramienta que ha demostrado a través de su aplicación en otras regiones del mundo, su efectividad (McDougall, F, *et al.*, 2004). El modelo utilizado está diseñado para la técnica Inventario del Ciclo de Vida, la cual se fundamenta en los estándares ISO que se describen en el próximo punto. El modelo requiere datos sobre el número de habitantes y viviendas en el área de estudio, la cantidad de residuos generada por persona cada año, una caracterización de los residuos del área en cuestión. También se requieren datos preestablecidos, tales como los requerimientos energéticos, los costos de operación y la eficiencia operativa.

Estándares

Fondonorma ISO 14040:2004 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Marco de referencia. (ISO 14040:1997). Esta norma internacional especifica el marco de referencia, los principios y los requisitos para llevar a cabo los estudios de análisis del ciclo de vida e informar sobre ellos. No describe en detalle la técnica de análisis del

ciclo de vida.

COVENIN-ISO 14041:2000 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición de objetivos y alcance. Análisis del inventario. (ISO 14041:1998). Esta norma además de lo establecido en la COVENIN ISO 14040, especifica los requisitos y procedimientos necesarios para compilación y preparación de la definición del objetivo y el alcance del Análisis del Ciclo de Vida (ACV), y para realizar, la interpretación y el informe del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV).

COVENIN-ISO 14042:2001 Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación de impacto del ciclo de vida. (ISO 14042:2000). Esta norma Venezolana sirve de guía, dentro de un marco general, para la fase de evaluación de impacto del ciclo de vida (EICV) del análisis del ciclo de vida (ACV), y describe los aspectos claves y las limitaciones inherentes a la EICV. Especifica los requisitos para conducir la fase de la EICV y su relación de la EICV con otras fases del ACV.

COVENIN-ISO 14043:2002 Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida. (ISO 14043:2000). Proporciona requisitos y recomendaciones para conducir la interpretación del ciclo de vida en los estudios del ACV o ICV. No describe metodologías específicas para la fase de interpretación del ciclo de vida de los estudios del ACV o ICV.

Situación actual

Según los datos de la Oficina Central de Estadística e Informática, el censo del 2001 arrojó una población de 170.300 habitantes, incrementándose en 19.405 personas hasta el 2005, por lo que se estableció que el crecimiento de Puerto Cabello es de 2,9% anual, es decir, de 4.851 personas. Proyectando este crecimiento, la INE estima que la población crecerá de forma geométrica, a una tasa de 1,34%, internannual, con tendencias a disminuir hacia finales del periodo 2012, hasta ubicarse cerca del 1%, y en el Municipio Juan José Mora el crecimiento es de 1,4% anual, con tendencia a mantenerse. Estos valores no contemplan la población flotante y el incremento en

épocas de vacacionales por el turismo. En el Cuadro 1 se muestran los datos característicos de los municipios bajo estudio.

Cuadro 1. Datos característicos de los municipios bajo estudio.

Municipio	Año	Poblacion	Personas/Vivienda
Puerto Cabello	2005	189.708	5
	2006	192.250	
	2007	194.822	
Juan José Mora	2005	59.687	5
	2006	60.523	
	2007	61370	

Cuantificación y Caracterización de los residuos

De acuerdo a los registros que se llevan en el relleno sanitario La Paraguita, el 22% de los desechos municipales provienen del municipio Juan José Mora y el 78% de Puerto Cabello. El 4% del total que ingresa corresponde a los sectores comercial e industrial, siendo desechos no tóxicos ni peligrosos. Los tipos de desechos que han ingresado al relleno sanitario son: Residuos comerciales y domésticos, madera proveniente de desmontes, escombros, residuos metálicos como chatarra, latas y tira flejes. La población no servida es del 15%, por dificultad para las rutas de recolección. La generación de desechos en el año 2007 del municipio Puerto Cabello es de 0,79 Kg/día* Hab. y de Juan José Mora es 0,57 Kg/día*Hab. La recolección se lleva a cabo tres veces por semana y la distancia máxima recorrida para la recolección en Puerto Cabello es de 14 Km. y de Juan José Mora 9 Km. En cuanto a los costos de transporte de recolección, en Puerto Cabello corresponde a un monto de 118 bolívares y en Juan José Mora es de 164 bolívares. El costo de disposición final alcanza el valor de 16,33 BS/Ton. La recuperación de desechos, mediante el reciclaje, representa el 1,8 % del desecho recibido. Los resultados que corresponden a la caracterización de los desechos, se tomaron como valores promedios, discriminados por tipo y origen de los constituyentes, para lo cual se aplicaron los criterios establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, en la distribución en una ciudad del sur de Venezuela (Puerto Ordaz): metales ferrosos = 1,45; materiales no ferrosos = 0,22; plásticos y gomas = 7,6; papel y cartón = 12,85;

vidrios = 3,6; textiles = 1,21; restos de alimentos y desechos de jardín = 71,2; madera = 0,44; anime = 0.05; otros = 1,38.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Utilizando el modelo IWM-2, se ingresan los datos especificados en el punto anterior sobre 1) cantidad y composición de residuos, tantos domésticos como comerciales. 2) del sistema de recolección: número de habitantes, de viviendas, personas servidas y número de vehículos de residentes. 3) de los residuos remanentes y energía, los valores son igual a cero, por no existir procesos de tratamiento de los desechos. Una vez aplicado el modelo, se obtuvo que la producción de Dióxido de carbono es de 12.467 Ton. y de Metano 5.541Ton.. En el cuadro 2 se observan las emisiones al aire que se originan como salida del escenario actual de La Paraguita.

Cuadro 2. Emisiones al aire resultantes del escenario de disposición final actual del relleno sanitario La Paraguita.

	Units	Collection	Sorting	Biological	Thermal	Landfill	Recycling	Total
Particulates	g							
CO	g					176.314		176.314
CO2	g					12.467.369.659		12.467.369.659
CH4	g					5.541.351.193		5.541.351.193
NOx	g							
SOx	g	Zero	Zero	Zero	Zero	128.336.346.718	Zero	128.336.346.718
H2O	g							
SOx	g							
HCl	g					916.836		916.836
HF	g					183.367		183.367
H2S	g					2.821.031		2.821.031
TotalHC	g					26.216.310		26.216.310
ChlorinatedHC	g					493.680		493.680
Dioxin/Furans	g							
Ammoxia	g							
Arsenic	g							
Cadmium	g					79		79
Chromium	g					9		9
Copper	g							
Lead	g					72		72
Manganese	g							
Mercury	g					1		1
Nickel	g							
Zinc	g					1.058		1.058

CONCLUSIONES

No existe tratamiento para los gases y lixiviados, por lo que las emisiones no están controladas. Conociendo el comportamiento actual del Sistema del relleno sanitario la Paraguita, se deberá diseñar escenarios con diferentes procesos de tratamientos (biológicos, térmicos, reciclaje) que pudieran ser utilizados, de manera de determinar el Sistema Eficiente de Manejo de Residuos Sólidos que genere menos cargas ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COVENIN-ISO 14041:2000 *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Definición de objetivos y alcance. Análisis del inventario.* (ISO 14041:1998).
- COVENIN-ISO 14042:2001 *Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Evaluación de impacto del ciclo de vida.* (ISO 14042:2000).
- COVENIN-ISO 14043:2002 *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Interpretación del ciclo de vida.* (ISO 14043:2000).
- Fondonorma ISO 14040:2004 *Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y Marco de referencia.* (ISO 14040:1997).
- IPCC (1996). Good practice guidance and uncertainty management in national Greenhouse Gas Inventories waste
- IPCC (2007). *Evaluación de los grupos de trabajo I, II y III, relacionados con la Base Científica, Impacto, Vulnerabilidad, Adaptación y Mitigación, respectivamente.* Cuarto informe. Bruselas, Bélgica
- McDougall, F., White, P., Franke, M. y Hindle, P. (2004). *Gestión Integral de Residuos Sólidos: Inventario de Ciclo de Vida.* Caracas. P&G.
- McDougall, F., (1999). The use of Life inventory to optimize integrated solid waste management systems, Gothenburg, Sweden.
- Naciones Unidas (1992). *Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo*, Río de Janeiro.
- Naciones Unidas (2001). Informe Comisión Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas.
- República Bolivariana de Venezuela. (2004). *Ley de residuos y desechos sólidos.* Gaceta Oficial N° 38.068 del 24 de noviembre de 2004. Caracas, Venezuela.
- Rodríguez, Y. y Pineda, M. (2007). *La experiencia de investigar.* Segunda Edición. Valencia, Venezuela.
- Ruiz Omar (2006). *Plan de acciones climáticas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en las ciudades y municipios de elevados índices de población, vehicular y actividad industrial en Venezuela.* Caracas, Venezuela.
- Sánchez, R. (1999). *Diagnóstico preliminar sobre situación de los residuos sólidos municipales en Venezuela.* Caracas, Venezuela.
- Widenfalk, A., Svensson, J., Goedkoop, W. (2004). Effects of the Pesticides Captan, Deltamethrin, Isoproturon, and Pirimicarb on the Microbial Community of Freshwater Sediment. *Environ Toxicol Chem.* 23(8): 1920-1927.