

## Caracterización de los Residuos Sólidos Municipales

### Investigación

R. Balderas Luna, C. A. Soto Becerra, J. Medina Valtierra, M. G. Lira Padilla,  
 Depto. de Ingeniería Química, Instituto Tecnológico de Aguascalientes  
 Av. A. López Mateos 1801 Ote. Esq. Av. Tecnológico,  
 Frac. Bona Gens, C.P.20256. Aguascalientes, Ags.,  
 Tel (499) 9-10-50-02, Ext.103 Fax. (449) 9-70-04-23  
 E-mail: balderas\_rafael@yahoo.com.mx

#### Introducción

Para la disposición final de los residuos se requiere cumplir con la NOM-083-SEMARNAT 2003 que obliga a realizar el punto 6.4: Estudios de generación y composición, en donde establece que se deben elaborar los estudios de generación y composición (1) de los residuos sólidos municipales de la población por servir, con proyección para al menos la vida útil del sitio de disposición final, además de realizar estudios de generación de biogás, por lo que se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos que tomen en cuenta la composición química de los residuos, y en el punto 6.5 Cumplimiento de estudios y análisis previos antes mencionados para los tipos de relleno A, B y C. En el presente trabajo se buscará encontrar un modelo que permita obtener más indicadores que permitan cumplir con la norma sobre la disposición final, e información para la toma de decisiones para un buen manejo integral de los residuos sólidos municipales.

#### Niveles de los factores:

NIVELES ECONÓMICOS	COLONIAS	TIPO DE VIVIENDA	DÍAS DE LA SEMANA
ALTO (N <sub>1</sub> )	COLONIA 1 (C <sub>1</sub> )	4 PERSONAS (H <sub>1</sub> )	LUNES (D <sub>1</sub> )
MEDIO (N <sub>2</sub> )	COLONIA 2 (C <sub>2</sub> )	5 PERSONAS (H <sub>2</sub> )	MIÉRCOLES (D <sub>2</sub> )
BAJO (N <sub>3</sub> )	COLONIA 3 (C <sub>3</sub> )	6 PERSONAS (H <sub>3</sub> )	SÁBADO (D <sub>3</sub> )

**Agrupamiento:** 3 colonias por nivel; 3 tipos de vivienda por colonia; 3 días de la semana por tipo de vivienda.

**Bloqueo:** Bloque de Niveles y Tipos de Vivienda.

**Balaceo:** un modelo de 3x3x3x3.

Como parámetro de medición se utilizaron 3 casas por tipo de vivienda y la unidad de medida fueron la cantidad de gramos por tipo de vivienda (Xi).

Fuente	1996	2002	2003	2004	2006
Doméstica	472.72	611.33	483.62	536.57	546.22
Comercial	1231.05	1595.23	2006.09	1966.09	1918.38
Barrido	17879.95	-----	-----	14337.5	-----

Tabla 1. Caracterización en las fuentes doméstica, comercial y barrido

#### Materiales y métodos

Por lo tanto el Modelo Estadístico usado para la caracterización de los residuos sólidos municipales es:  $\pi = m^n$

Donde "n" indica el número de factores; "m", los niveles que se tomaron en cada factor y  $\pi$  el número de muestras.

Con las bases anteriores sólo se presenta la unidad experimental: Doméstica. Aunque se trataron también las fuentes Comercial y de Limpia.

**UNIDAD EXPERIMENTAL:** Fuente Doméstica  
**Tratamientos (factores) :** Niveles económicos de la población (N); Colonias de los niveles económicos (C); Tipos de vivienda en función del número de moradores (H); y Días de la semana que se consideraron para el estudio (D).

#### Resultados y discusión

La composición de los residuos sólidos generados en las fuentes comercial, doméstica y dos años en barrido en gramos por día se presenta en la Tabla 1.

La generación de residuos en las mismas fuentes, específicamente para los niveles económicos que fueron estudiados se presentan en la Tabla 2.

Fuente	1996			2002			2003			2004		
	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>
Doméstica	564.23	528.98	324.96	663.78	595.46	574.76	511.5	505.05	434.24	680.91	478.44	473.03
Comercial	1124.2	1661.56	907.37	2317.56	1403.81	1113.09	1865.43	2248.09	1869.57	3282.62	1349.95	1265.69

Tabla 2. Comparativo de la generación de residuos sólidos por nivel y fuentes generadoras

Doméstico		Comercial	
FACTORES	AFECTA	FACTORES	AFECTA
<b>N</b>	Sí	<b>N</b>	Sí
<b>C</b>	Sí	<b>G</b>	Sí
<b>NC</b>	Sí	<b>NC</b>	Sí
<b>NH</b>	Sí	<b>NCG</b>	Sí

Tabla 3. Efecto de la generación en los factores e interrelaciones con percentil de 0.05 para 2003

Doméstico		Comercial	
<b>Poder Calórico</b>	8939,2BTU/lb	8524.26 BTU/lb	
<b>Densidad</b>	124.59lb/yd <sup>3</sup>	111.82 lb/yd <sup>3</sup>	
<b>Composición</b>	C682H1021O370N12S	C789H217O466N7S1	

Tabla 4. Análisis final y aproximado de los residuos doméstico y comercial para 2003

### Conclusión

Se aplicó el modelo para reducir el tamaño de la muestra, se realizaron los cálculos pertinentes que se muestran en las tablas del 1 al 4 y éstos arrojaron varias conclusiones: los promedios por fuente (tabla 1) para cálculos de zona de influencia de contenedores, y vida útil del relleno sanitario; los promedios comparativos por nivel y efectos de la generación de los factores (tabla 2 y 3) y los cálculos de la composición para estimar la generación del biogás en el relleno, así como el poder calórico para potenciar la incineración de los residuos como alternativa energética y finalmente la densidad para el cálculo de capacidad de contenedores y cálculo de la flotilla en la recolección y transporte de residuos. La información anterior no está contemplada en las normas y el modelo sí las determina.

### Referencias

- [1] Tchobanoglous G., Theisen H, Vigil S A. (1998). *Gestión integral de residuos sólidos*, Ed. Mcgraw. Hill, pag. 40-70

**Artículo recibido:** 13 de octubre del 2007

**Aceptado para publicación:** 8 de diciembre del 2007