

ÍNDICES AMBIENTALES PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL DE ACUERDO A LA NOM-083-SEMARNAT-2003

Ivón Rodríguez¹, Laura Meraz¹ y Marcos Rodríguez²

¹CIEMAD-IPN, Av. Miguel Othón de Mendizabal 485, Col. Nueva Industrial Vallejo, México D.F., 07700, México. E-mail: vigmxmx@yahoo.com.mx

²UPIBI-IPN, Av. Acueducto de Guadalupe S/N, Col. Barrio la Laguna Ticomán, México D.F., 07340, México.

Abstract

In Mexico the landfills, represents an option both economic and ecologically viable for the final disposal of the urban solid waste (USW), from there that to achieve the better operation of these sites, is necessary to assure the fulfillment of the Mexican Official Norm (MON): NOM-083-SEMARNAT-2003 that refers to the specifications of environmental protection during the phases of selection, design operation and closure of a site. The present work proposes the use of environmental indices based on the specifications that establishes the norm to evaluate the sites of final disposal (SFD) closed or active, based on the Multiple Attributes Decisions Theory as theoretical base and the conception of two mathematical models, for conform the model of evaluation; this model permits to qualify the SFD in a form efficient and numerical scale to detect the infringement of the norm in the sites and then to apply the norm. The Indices of Evaluation of SFD (IESFD) are excellent tool that will permit to take decisions for the fulfillment of the norm.

Keywords: Urban solid waste; Sanitary landfill; Final disposal; Environmental indices.

RESUMEN

En México el relleno sanitario, representa una opción económica y ecológicamente viable para la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU), de ahí que para lograr el buen funcionamiento de estos sitios, es necesario asegurar el cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana (NOM): NOM-083-SEMARNAT-2003 que se refiere a las especificaciones de protección ambiental durante las etapas de selección, diseño operación y clausura de un sitio. El presente trabajo propone el uso de índices ambientales con base en las especificaciones que establece la norma para evaluar los sitios de disposición final (SDF) clausurados o activos, basados en la Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples como fundamento teórico y la concepción de dos modelos matemáticos, para conformar el modelo de evaluación; este modelo permite calificar los SDF en una escala numérica y de una manera eficiente detectar el incumplimiento de los sitios para el posterior apego a la norma. Los Índices de Evaluación de SDF (IESDF) conformaran una herramienta que permitirá tomar decisiones para el

cumplimiento de la norma.

INTRODUCCIÓN

En nuestro país el elevado crecimiento demográfico, el desarrollo industrial, cambio en los hábitos de consumo, han ocasionado que tanto la generación *per cápita* de los residuos sólidos urbanos (RSU) como su composición se modifiquen sustancialmente, originando con ello la proliferación de Sitios de Disposición Final (SDF). Estos sitios tienen que cubrir con un mínimo de especificaciones técnicas que permiten limitar los impactos al medio ambiente social y natural; luego entonces es necesario contar con criterios de evaluación que pongan énfasis en este problema de actualidad y que ayude a comprender estos elementos para una mejor disposición de los RSU en México.

En cuanto a la normatividad mexicana referente a los SDF, en 1994 salió publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el proyecto de norma NOM-084-ECOL-1994 que establece: **“los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias”** si bien esta norma contemplaba características técnicas utilizadas en el diseño de los SDF en el extranjero; considerando la captación y el monitoreo de las concentraciones del biogás, lo que la hacía interesante, puesto que en nuestro país no se tenían conceptos ni legislación en dicha materia, la iniciativa de proyecto de esta norma no prosperó. Posteriormente en 1996, se publicó en el DOF la norma NOM-083-ECOL-1996, que establece: **“las condiciones de ubicación, hidrológicas, geológicas e hidrogeológicas que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los RSM”**, actualmente catalogados como RSU.

Finalmente entra en vigor el 20 de diciembre del 2004 la norma oficial mexicana (NOM) NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual representa una fusión del proyecto de norma PROY-NOM-084-ECOL-1994 y de la NOM-083-SEMARNAT-1996 en donde se establece: **“la especificaciones de protección ambiental no sólo en la etapa de selección del sitio, sino también en las etapas de diseño, operación y clausura de un SDF de RSU y RME.**

El presente trabajo toma las especificaciones establecidas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, a través de un análisis de la misma y teniendo como fundamento teórico la Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples es así que llegamos a la elaboración de índices ambientales para evaluar SDF tipo A, B, C y D así como clausura de sitios. Los índices son una base para las diferentes actividades a cumplir, tales como: selección del sitio, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

METODOLOGIA

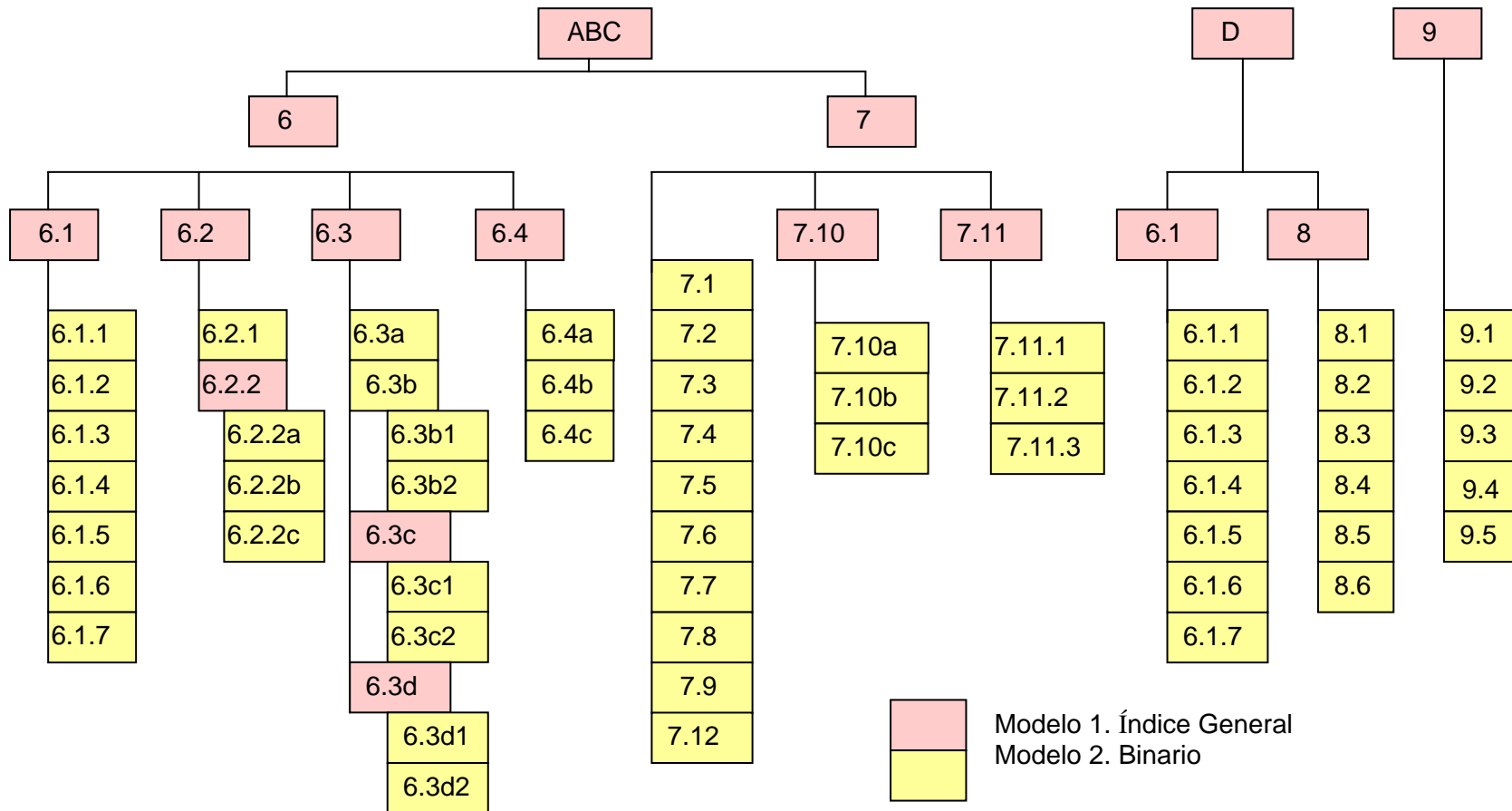
Para el caso de este estudio la elaboración de los índices para evaluar SDF, están basados conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003 por lo tanto la aplicación es a nivel nacional. Este estudio empleo la clasificación supervisada de campo, como instrumento de la metodología, que se practicará con la finalidad de contrastar la realidad con la parte documental.

- 1.- Como primer punto se llevó a cabo un análisis de la NOM, disgregando las diferentes especificaciones contenidas, estableciendo previamente las variables operativas del modelo.
- 2.- Una vez realizado este análisis, se utiliza la Teoría de Decisiones de Atributos Múltiples como fundamento teórico, que desglosa el problema a analizar en un árbol de decisiones, en el que el tronco principal se divide en criterios generales y estos a su vez en criterios específicos o atributos que también pueden subdividirse.
- 3.- El modelo de evaluación (figura 1) esta concebido como un conjunto de ecuaciones matemáticas que se relacionan entre si. El esquema de la figura 1 muestra la relación de dichos modelos que se alimenta a través de un cuestionario.
- 4.- El modelo al estar basado en la Teoría de Atributos Múltiples requiere de establecer ponderaciones para cada una de las ramas del árbol de decisiones. El método para obtener estas ponderaciones fue un cuestionario cerrado a un grupo de expertos algunos de los cuales participaron en la redacción de la NOM y otros que representa su trabajo cotidiano.
- 5.- Finalmente se aplica el modelo a varios casos prácticos, de esta forma puede hacerse comparaciones y determinar prioridades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través de la información recopilada y las condicionantes de la metodología de atributos múltiples se han formalizado los indicadores que componen al Índice de Evaluación de los Sitios de Disposición Final (IESDF). Cada uno de estos indicadores se define por sus elementos específicos, de manera que del IESDF se obtiene de 69 indicadores especificadas en la NOM-083-SEMARNAT-2003(ver figura 1), es importante subrayar que cuanto mayor sea el número de estos más rico y representativo será el IESDF. Sin dejar de mencionar que en la contracción de los indicadores es un proceso de clasificación o medición y mientras más concretos y menor número de indicadores, mayor será la probabilidad de profundizar en su análisis y mayor será su aporte según SIISE (2002). Todos los indicadores específicos son relevantes, sin embargo el peso designado será diferente para cada uno de ellos considerando su representatividad en la evaluación de los SDF (Ver figura 1 y tabla 1).

Figura 1. Índice de Cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2004



Modelos Matemáticos

Los modelos que se aplican en este estudio son el de índice general y el binario, para la aplicación de alguno de estos depende del tipo de indicadores que corresponda, como se muestra a continuación.

Modelo 1. Índice General

El modelo índice general agrupa un conjunto de indicadores en uno solo. Esto es posible gracias al modelo lineal

$$i_x = \sum_{j=1}^{n_x} w_{x,j} \cdot i_{x,j}$$

Donde

i_x : Es el indicador general x

$w_{x,j}$: El valor de la ponderación del indicador x, j con respecto al indicador general x.

$i_{x,j}$: Es el indicador j del indicador general x

n : Total de indicadores que forman el indicador general x

La suma de los valores de los indicadores solo es posible si existe un valor de intercambio, esto es, cual es el valor de un indicador que representa el cumplimiento de un sección con respecto a otro.

Modelo 2. Binario.

Este es el modelo básico y se basa en una respuesta a una pregunta cerrada como sigue.

$$i_x = \begin{cases} 1 & \text{Si cumple con el requisito establecido.} \\ 0 & \text{Cuando no se sumple} \end{cases}$$

Este modelo es fácil de aplicar y genera una respuesta numérica (1 ó 0) que puede ser sustituida en la ecuación del modelo índice general.

Ponderaciones del modelo

El modelo de evaluación al basarse en la Teoría de Atributos Múltiples requiere de un conjunto de valores de intercambio. Estos valores de intercambio se basaron en las encuestas a 13 expertos en donde cada uno de ellos marco las prioridades de cada sección de la NOM. Los expertos fueron seleccionados principalmente por su experiencia en el tema de la Disposición Final, así como su participación en la elaboración de la Norma y funcionarios que operan y supervisan estas obras de infraestructura.

Las preguntas realizadas en la encuesta a expertos comparan dos secciones y asignan un par de de valores a cada sección los pueden ser (0,2), (1,1) ó (2,0). Cada sección pertenece a un indicador general de forma que se prorratea el valor asignado a una sección con respecto al total de la sección, este es el valor de ponderación del indicador que asigno cada experto. El valor de la

ponderación de los expertos se obtuvo del promedio. Con el objeto de hacer accesible el indicador se realizó un escalamiento a 200, es decir, todos los valores se multiplicaron por 200 y se redondearon a número enteros. Esto ocasiona que el valor del modelo no sea exactamente el valor de la ponderación obtenido del promedio de los expertos, sin embargo en todos los casos pasa la prueba chi cuadrada (anexo I).

Modelo de Evaluación

El modelo que se presenta se basa en la aplicación de un cuestionario como primera etapa en la que se pregunta si se cumple con los requisitos señalados en la NOM, la respuesta es un simple si o no a cada pregunta. En caso de si se asigna el valor (ponderación) de la sección para todas las secciones básicas (modelo 2); para el caso no si asigna un valor de cero. Las secciones que tiene como modelo el índice general se calcula sumando el valor (ponderación) de cada sección básica incluida. La tabla 1 muestra el conjunto de secciones, su descripción, la ponderación relativa que se aplica al modelo de índice general, el valor del indicador si la respuesta es afirmativa (incluye la ponderación y el escalamiento a 200), así como el modelo matemático que se aplica.

Tabla 1. Evaluación para el sitio de disposición final tipo "ABC y D y la sección 9 sobre clausura de sitios".

Sección (x)	Descripción	w_x (relativo)	Indicador	modelo
6	Selección del Sitio	0.50	100	1
6.1	Restricciones	0.125	28	1
6.1.1	Aeropuertos	0.02	4	2
6.1.2	Áreas Naturales protegidas	0.02	4	2
6.1.3	Zonas Urbanas	0.02	4	2
6.1.4	Zonas con restricción	0.02	4	2
6.1.5	Zonas de Inundación	0.01	3	2
6.1.6	Cuerpos de Agua	0.02	5	2
6.1.7	Pozos	0.02	4	2
6.2	Estudios regionales	0.125	26	1
6.2.1	Estudio Geológico	0.04	8	2
6.2.2	Estudio Hidrogeológico	0.08	18	1
6.2.2a	Agua subterránea	0.03	6	2
6.2.2b	Acuífero	0.03	8	2
6.2.2c	Sistema de Flujo	0.02	4	2
6.3	Estudios y Evaluaciones	0.125	22	1
6.3a	Topográfico	0.03	4	2
6.3b	Geotécnico	0.03	6	2
6.3c	Evaluación geológica	0.03	6	1
6.3c1	Litología	0.01	2	2
6.3c2	Estratigrafía	0.02	4	2
6.3d	Evaluación hidrogeológica	0.03	6	1
6.3d1	Parámetros hidráulicos	0.01	3	2
6.3d2	Unidades hidrogeológicas	0.02	3	2
6.4	Estudios de Generación	0.125	24	1

Sección (x)	Descripción	w_x (relativo)	Indicador	modelo
6.4a	Generación y Composición	0.05	10	2
6.4b	Generación de Biogás	0.03	6	2
6.4c	Generación de Lixiviados	0.04	8	2
7	Construcción y Operación	0.50	100	1
	Coeficiente de conductividad			2
7.1	hidráulica	0.05	10	
7.2	Extracción y Captación de Biogás	0.05	10	2
7.3	Extracción y Captación de Lixiviado	0.05	10	2
7.4	Drenaje Pluvial	0.05	9	2
7.5	Área de Emergencia	0.03	5	2
7.6	Compactación	0.05	9	2
7.7	Frecuencia de Cobertura	0.05	11	2
7.8	Residuos peligrosos, lodos y aceites	0.06	11	2
7.9	Obras complementarias	0.03	7	2
7.10	Documentos	0.03	5	1
7.10a	Manual de Operación	0.01	2	2
7.10b	Control de Registro	0.01	2	2
7.10c	Informe de Actividades	0.01	1	2
7.11	Programa de monitoreo	0.04	9	1
7.11.1	Monitoreo de biogás	0.01	3	2
7.11.2	Monitoreo de Lixiviados	0.01	3	2
7.11.3	Monitoreo del Acuífero	0.01	3	2
7.12	Separación en el RS	0.02	4	2
8	Sitios tipo "D"	0.50	28	1
8.1	Impermeabilización del Sitio	0.11	7	2
8.2	Compactación	0.05	3	2
8.3	Frecuencia de Cobertura	0.1	5	2
8.4	Residuos Peligrosos	0.12	7	2
8.5	Control de Fauna nociva	0.07	4	2
8.6	Cercado	0.05	2	2
9	Clausura de Sitios	1.00	25	1
9.1	Cobertura Final	0.258	6	2
9.2	Conformación	0.233	6	2
9.3	Mantenimiento	0.225	6	2
9.4	Monitoreo	0.2	5	2
9.5	Uso final	0.083	2	2

Dicho modelo se aplico a los municipios de Naucalpan y Papalotla Estado de México y se encontró que es una herramienta valiosa como se ve a continuación:

En apego a la NOM-083-SEMARNAT-2003, el SDF de Naucalpan no cumple con todas las restricciones que se mencionan en la sección 6.2, 6.3 Y 6.4, sin embargo si cumple con las que se mencionan en la sección 6.1, y 7.11. La

tabla 2 muestra el grado de cumplimiento de acuerdo a dicha norma. El valor del índice de evaluación es de 39/200, es decir cumple con el 19.5%, e indica que no cumple con la mayoría de los requisitos que marca la norma. Síntesis del modelo de evaluación de l SDF tipo “A”.

En apego a la NOM-083-SEMARNAT-2003, el SDF actual de Papalotla no cumple con todas las restricciones que se mencionan en la sección 8, sin embargo, si cumple con las que se mencionan en la sección 6.1. La tabla 2 muestra el grado de cumplimiento de acuerdo a dicha norma. El valor del índice de cumplimiento 40/56, cumple en un 71.43%, indica que no cumple en la totalidad, de los requisitos que marca la norma, sin embargo si cumple con la mayoría de dichas restricciones. Síntesis del modelo de evaluación del SDF tipo “D”.

Tabla 2. Grado de Cumplimiento de los casos de estudio

CATEGORIA DEL SDF		A	D			
NOMBRE DEL SDF		Naucalpan	Papalotla	INDICADOR		
Sección (x)	Descripción	C U M P L I M I E N T O				
		39/200	40/56	Indicador	Sitio	w _x
6	Selección del Sitio	28	24	100	ABC	0.500
<u>6.1</u>	<u>Restricciones</u>	<u>28</u>	<u>24</u>	<u>28</u>	<u>ABCD</u>	<u>0.280</u>
6.1.1	Aeropuertos	4	4	4	ABCD	0.143
6.1.2	Áreas Naturales protegidas	4	4	4	ABCD	0.143
6.1.3	Zonas Urbanas	4	0	4	ABCD	0.143
6.1.4	Zonas con restricción	4	4	4	ABCD	0.143
6.1.5	Zonas de Inundación	3	3	3	ABCD	0.107
6.1.6	Cuerpos de Agua	5	5	5	ABCD	0.179
6.1.7	Pozos	4	4	4	ABCD	0.143
<u>6.2</u>	<u>Estudios regionales</u>	<u>0</u>	<u>----</u>	<u>26</u>	<u>A</u>	<u>0.260</u>
6.2.1	Estudio Geológico	0	----	8	A	0.308
<u>6.2.2</u>	<u>Estudio Hidrogeológico</u>	<u>0</u>	<u>----</u>	<u>18</u>	<u>A</u>	<u>0.692</u>
6.2.2a	Agua subterránea	0	----	6	A	0.333
6.2.2b	Acuífero	0	----	8	A	0.444
6.2.2c	Sistema de Flujo	0	----	4	A	0.222
<u>6.3</u>	<u>Estudios y Evaluaciones</u>	<u>0</u>	<u>----</u>	<u>22</u>	<u>ABC</u>	<u>0.220</u>
6.3a	Topográfico	0	----	4	ABC	0.182
6.3b	Geotécnico	0	----	6	ABC	0.273
<u>6.3c</u>	<u>Evaluación geológica</u>	<u>0</u>	<u>----</u>	<u>6</u>	<u>AB</u>	<u>0.273</u>
6.3c1	Litología	0	----	2	AB	0.333

6.3c2	Estratigrafía	0	----	4	AB	0.667
6.3d	<u>Evaluación hidrogeológica</u>	<u>0</u>	----	<u>6</u>	<u>AB</u>	<u>0.273</u>
6.3d1	Parámetros hidráulicos	0	----	3	AB	0.500
6.3d2	Unidades hidrogeológicas	0	----	3	AB	0.500
6.4	<u>Estudios de Generación</u>	<u>0</u>	----	<u>24</u>	<u>ABC</u>	<u>0.240</u>
6.4a	Generación y Composición	0	----	10	ABC	0.417
6.4b	Generación de Biogás	0	----	6	AB	0.250
6.4c	Generación de Lixiviados	0	----	8	AB	0.333
7	Construcción y Operación	11	----	100	ABC	0.500
7.1	Coefficiente de conductividad hidráulica	0	----	10	ABC	0.100
7.2	Extracción y Captación de Biogás	0	----	10	ABC	0.100
7.3	Extracción y Captación de Lixiviado	0	----	10	ABC	0.100
7.4	Drenaje Pluvial	0	----	9	ABC	0.090
7.5	Área de Emergencia	0	----	5	ABC	0.050
7.6	Compactación	0	----	9	ABC	0.090
7.7	Frecuencia de Cobertura	0	----	11	ABC	0.110
7.8	Residuos peligrosos, lodos y aceites	0	----	11	ABC	0.110
7.9	Obras complementarias	0	----	7	ABC	0.070
<u>7.10</u>	<u>Documentos</u>	<u>1</u>	----	<u>5</u>	<u>ABC</u>	<u>0.050</u>
7.10a	Manual de Operación	0	----	2	ABC	0.400
7.10b	Control de Registro	0	----	2	ABC	0.400
7.10c	Informe de Actividades	1	----	1	ABC	0.200
<u>7.11</u>	<u>Programa de monitoreo</u>	<u>6</u>	----	<u>9</u>	<u>ABC</u>	<u>0.090</u>
7.11.1	Monitoreo de biogás	3	----	3	ABC	0.333
7.11.2	Monitoreo de Lixiviados	0	----	3	ABC	0.333
7.11.3	Monitoreo del Acuífero	3	----	3	ABC	0.333
7.12	Separación en el RS	4	----	4	ABC	0.040
8	Sitios tipo "D"	0	16	28	D	0.50
8.1	Impermeabilización del Sitio	0	0	7	D	0.25
8.2	Compactación	0	3	3	D	0.11
8.3	Frecuencia de Cobertura	0	0	5	D	0.18
8.4	Residuos Peligrosos	0	7	7	D	0.25
8.5	Control de Fauna nociva	0	4	4	D	0.14
8.6	Cercado	0	2	2	D	0.07

9	Clausura de Sitios	----	----	25	9	1.000
9.1	Cobertura Final	----	----	6	9	0.240
9.2	Conformación	----	----	6	9	0.240
9.3	Mantenimiento	----	----	6	9	0.240
9.4	Monitoreo	----	----	5	9	0.200

Sección (s)	Descripción	Cumplimiento	Indicador	w _{ij}	
10	Selección del Sitio	SI	100	100	0.500
11	SECCIONES	SI	28	28	0.200
12	12.1.1 Aeropuertos	SI	4	4	0.143
13	13.1.2 Áreas Naturales protegidas	SI	4	4	0.143
14	14.1.3 Zonas Urbanas	SI	4	4	0.143
15	15.1.4 Zonas con restricción	SI	4	4	0.143
16	16.1.5 Zonas de inundación	SI	3	3	0.107
17	17.1.6 Cuerpos de Agua	SI	5	5	0.179
18	18.1.7 Puentes	SI	4	4	0.143
19	19.1.2 Estudios mínimos	SI	26	26	0.260
20	20.2.1 Estudio Geológico	SI	8	8	0.308
21	21.2.2 Estudio Hidrogeológico	SI	10	10	0.632
22	22.2.2a Agua subterránea	SI	6	6	0.333
23	23.2.2b Acuífero	SI	8	8	0.444
24	24.2.2c Sistema de Fuga	SI	4	4	0.222
25	25.1.3 Estudios y Evaluaciones	SI	32	32	0.220
26	26.1.3a Topográfico	SI	4	4	0.182
27	27.1.3b Geométrico	SI	6	6	0.273
28	28.1.3c Evaluación ambiental	SI	6	6	0.273
29	29.1.3d Litología	SI	2	2	0.333
30	30.1.3e Estratigrafía	SI	4	4	0.667
31	31.1.3f Evaluación hidrogeológica	SI	6	6	0.273
32	32.1.3g Procedimientos hidrogeológicos	SI	3	3	0.500

Figura 2. Hoja de Excel 2000 © para el cálculo del IESDF

CONCLUSIONES

El diseño de los índices para evaluar los sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos en nuestro país, presentados en este trabajo permite evidenciar los posibles impactos ambientales ocasionados por estos sitios, clausurados o activos. Por lo tanto la aplicación de este instrumento de evaluación de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003, permitirá tener un panorama preliminar del sitio para tomar las medidas pertinentes para una mejor gestión, lo que serviría como herramienta de gran utilidad para todos aquellos servidores públicos y privados que tengan a su cargo la toma de decisiones sobre la temática.

Una de de las ventajas en la aplicación del modelo es que nos permite evaluar todos los SDF en México, ya que se basa en la NOM-083-SEMARNAT-2003 que es de aplicación oficial. Una de de las ventajas en la aplicación del modelo es que nos permite evaluar todos los SDF en México, ya que se basa en la NOM-083-SEMARNAT-2003 que es de aplicación oficial. Es un estándar de medición que permite hacer análisis y comparaciones, tanto dentro de un SDF como entre varios. Al estar conformado igual que las secciones de la NOM, se puede elaborar este análisis y comparación a cada sección (siempre y cuando tenga secciones básicas). Estas características representa el valor de utilidad del modelo.

Si bien el índice no pretende sustituir la evaluación del cumplimiento de la NOM si es una herramienta que permite hacer una evaluación a primera vista, hay que recordar que esta Evaluación de Cumplimiento descrita en la NOM solo es posible para sitios que en principio cumplen al 100%. Es por tal motivo que el modelo que se presenta de IESDF puede ser una herramienta sencilla para determinar si es aplicable o no el Procedimiento de Evaluación de la

Conformidad.

GLOSARIO

Modelo: debe ser entendido como una representación, necesariamente simplificada, de cualquier fenómeno, proceso, institución y, en general, de cualquier "SISTEMA".

Relleno sanitario (RS): Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicional, los impactantes ambientales.

Residuo sólido urbano (RSU): Material desechado que proviene de actividades que se realizan en casas-habitación, demoliciones y construcciones, así como el asimilable a estos, generado en establecimientos comerciales, de servicio e instalaciones industriales.

Residuos de Manejo Especial (RME): Residuo de manejo especial: Es aquel material generado en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

Sistema: Denominaremos "SISTEMA" al ente representado por un modelo, y entenderemos como tal a todo conjunto de elementos o componentes vinculados entre sí por ciertas relaciones.

Sitio de disposición final (SDF): Lugar donde se depositan los residuos sólidos urbanos en forma definitiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Afferden M, Hansen A, Quintero O, Barrera-Mortero LA, Petkova V, Iliev M, Spies S, Wehenpohl G (2002). Alternativas de Rellenos Sanitarios – Guía de toma de decisión –. México: Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México – Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH.
- Gómez-Orea, D. (1980). El Medio Físico y la Planificación. Cuadernos del Centro Internacional de Formación en Ciencias Ambientales (CIFCA). Madrid. 140, pp 222.
- Guiamaraes, R. (1998). Aterrizando una cometa: Indicadores territoriales de sustentabilidad. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPIES), pp 38-53.
- Kokasai Kogyo Co, LTD (1999). Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos (síntesis ejecutiva). México: Agencia de cooperación Internacional del Japón – Gobierno del Distrito Federal.
- Quiadri TG, Wehenpohl G, Sánchez GJ, López VA (2003). La Basura en el Limbo: Desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos. México: Comisión Mexicana de Infraestructura ambiental - Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH.
- Saldívar A (coordinador). (1998). De la economía ambiental al desarrollo sustentable. México: PUMA; pp 174-199.

Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) (1997). Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México: Instituto Nacional de Ecología.

Wehenpohl G, Heredia CP, Hernández-Barrios CP, de Buen RBE (2004). Guía de cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales – Deutsche Gesellschaft für Thesnische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH.

PÁGINA WEB

Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador, SIISE, 1997-2002.
<http://200.24.215.221/ayudas/siis9339.htm> [Consulta: 2005, diciembre].

Anexo I

Sección	No.	Promedio (w_x)	Desviación	Propuesta	prueba chi >1-0.1
6	13	0.50	0.00	0.50	1.00
7	13	0.50	0.00	0.50	
6.1	13	0.50	0.00	0.50	1.00
8	13	0.50	0.00	0.50	
6.1	12	0.25	0.00	0.28	1.00
6.2	12	0.25	0.00	0.26	
6.3	12	0.25	0.00	0.22	
6.4	12	0.25	0.00	0.24	
6.1.1	13	0.13	0.09	0.14	1.00
6.1.2	13	0.14	0.06	0.14	
6.1.3	13	0.14	0.08	0.14	
6.1.4	13	0.15	0.05	0.14	
6.1.5	13	0.11	0.07	0.11	
6.1.6	13	0.17	0.06	0.18	
6.1.7	13	0.15	0.08	0.14	
6.2.1	12	0.33	0.25	0.31	0.96
6.2.2	12	0.67	0.25	0.69	
6.2.2a	12	0.31	0.16	0.33	1.00
6.2.2b	12	0.44	0.30	0.44	
6.2.2c	12	0.25	0.18	0.22	
6.3a	12	0.20	0.19	0.18	1.00
6.3b	12	0.25	0.10	0.27	
6.3c	12	0.26	0.11	0.27	
6.3d	12	0.29	0.10	0.27	
6.3c1	12	0.29	0.26	0.33	0.93
6.3c2	12	0.71	0.26	0.67	
6.3d1	13	0.46	0.32	0.50	0.94
6.3d2	13	0.54	0.32	0.50	
6.4a	13	0.41	0.21	0.42	1.00
6.4b	13	0.24	0.18	0.25	
6.4c	13	0.35	0.14	0.33	
7.1	12	0.10	0.04	0.10	1.00
7.2	12	0.11	0.03	0.10	
7.3	12	0.11	0.04	0.10	
7.4	12	0.09	0.03	0.09	
7.5	12	0.05	0.03	0.05	
7.6	12	0.09	0.03	0.09	
7.7	12	0.11	0.04	0.11	
7.8	12	0.11	0.04	0.11	
7.9	12	0.07	0.03	0.07	
7.10	12	0.05	0.04	0.05	
7.11	12	0.08	0.03	0.09	
7.12	12	0.04	0.04	0.04	
7.10a	13	0.42	0.27	0.40	1.00
7.10b	13	0.40	0.20	0.40	
7.10c	13	0.18	0.14	0.20	
7.11.1	13	0.29	0.12	0.33	1.00
7.11.2	13	0.33	0.10	0.33	
7.11.3	13	0.37	0.15	0.33	
8.1	12	0.24	0.09	0.25	1.00
8.2	12	0.10	0.06	0.11	
8.3	12	0.18	0.06	0.18	
8.4	12	0.24	0.08	0.25	
8.5	12	0.15	0.06	0.14	
8.6	12	0.09	0.09	0.07	
9.1	12	0.26	0.06	0.24	1.00
9.2	12	0.23	0.09	0.24	
9.3	12	0.23	0.11	0.24	
9.4	12	0.20	0.08	0.20	
9.5	12	0.08	0.09	0.08	

