



# Methane to Markets

---

***Modelo Mexicano de Biogás – Versión 2 (2009)***

***Entrenamiento***

**Guadalajara, México**

**26 de marzo de 2009**

# Generación y Recuperación de Biogas

Generación de Biogás = Recuperación + emisiones + oxidación +  $\Delta$  almacenamiento

Recuperación de Biogás= generación x eficiencia de captura

- El Modelo Mexicano de Biogás estima generación recuperación y CERs
  - El Modelo no estima emisiones o oxidación
- Los estimados de CERs = recuperación – línea base de recuperación
  - Usa la metodología de MDL (Modelo IPCC) para PDDs





## Ecuación de Generación de Biogás

$$Q_{LFG} = \sum_{t=1}^n \sum_{j=0.1}^1 2 \cdot k \cdot L_0 \left[ \frac{M_i}{10} \right] (e^{-kt_{ij}}) (MCF) (F)$$

### Donde:

$Q_{LFG}$  = Flujo de biogás máximo esperado (m<sup>3</sup>/año)

$i$  = incremento en tiempo de 1 año

$n$  = (año del cálculo) – (año inicial de disposición de residuos)

$j$  = incremento de tiempo en 0.1 años

$k$  = índice de generación de metano (1/año)

$L_0$  = generación potencial de metano (m<sup>3</sup>/Mg)

$M_i$  = masa de residuos dispuestos en el año  $i$  (Mg)

$t_{ij}$  = edad de la sección  $j$  de la masa de residuos  $M_i$  dispuestas en el año  $i$  (años decimales)

MCF = factor de corrección de metano

F = factor de ajuste por incendios

# Estimación de la Disposición de Residuos

- **El modelo usa toneladas anuales (Mg)**
  - Calcula generación de biogás para cada año en incrementos de 0.1 años
- **Datos mínimos de disposición**
  - Año de apertura y clausura
  - Por lo menos un año de disposición
  - Índice de crecimiento anual
- **Datos adicionales de disposición**
  - Registros de bascula
  - Las estimaciones de volumen necesitan un valor de densidad para convertirlas a masa
  - Residuos dispuestos y la capacidad total del sitio
  - Alimentar solo los años con información con buen respaldo

Año	Disposición de Residuos Estimada (Toneladas Métricas)	Toneladas Métricas Acumuladas
1990	71,400	71,400
1991	72,800	144,200
1992	74,300	218,500
1993	75,800	294,300
1994	77,300	371,600
1995	78,800	450,400
1996	80,400	530,800
1997	82,000	612,800
1998	83,600	696,400
1999	85,300	781,700
2000	87,000	868,700
2001	88,700	957,400
2002	90,500	1,047,900
2003	92,300	1,140,200
2004	94,100	1,234,300
2005	96,000	1,330,300
2006	97,900	1,428,200



# Caracterización de Residuos

- **% Alto contenido de comida % = índices de degradación de residuos que varían con el tiempo**
  - Requiere cálculos separados de las diferentes categorías orgánicas
  - La suma de los cálculos del modelo par estimar todas las fracciones de residuos
- **Categorías de residuos orgánicos:**
  1. Residuos de degradación muy rápida – residuos alimenticios, otros orgánicos, 20% de los pañales
  2. Residuos degradación moderadamente rápida – residuos vegetales, poda de casas o parques municipales, papel higiénico
  3. Residuos degradación moderadamente lenta – papel, cartón, textiles
  4. Residuos degradación muy lenta – madera, caucho. piel, huesos, paja
- **El modelo asigna la caracterización por estado**
  - El usuario podría usar caracterización de residuos específica del sitio
- **La caracterización de residuos determina los porcentajes y valores de  $L_0$  para cada categoría**



## Valores de $L_0$ y $k$

- **Valores de  $L_0$  para los 4 grupos de residuos orgánicos**

( $L_0$  esta en función del % de sólidos orgánicos)

1. Estimación de % de sólidos (comida, vegetal=bajo; papel=alto)
2. Comparación con residuos de U.S. para orgánicos mixtos (44%) y estima la relación
3. El valor de  $L_0$  de USEPA (100 m<sup>3</sup>/Mg) es multiplicado por la relación para estimar el valor de  $L_0$  para México

- **Valores de  $k$  para los 4 grupos de residuos y 5 regiones climatológicas**

( $k$  varia en los grupos de residuos en base a los índices de degradación y en los climas basado en la precipitación)

1. Asigna al SE valores de  $k$  del modelo IPCC para climas tropicales con un descuento de ~25%
2. Asigna valores de  $k$  por otras regiones climatológicas en base a un descenso de la precipitación promedio (no usa valores IPCC en estos climas)

## Valores de $L_0$ y k para México

### Valores de k:

Categoría de Residuos	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5
	Sureste	Oeste	Centro/ Interior	Noreste	Noreste y Interior Norte
1	0.300	0.220	0.160	0.150	0.100
2	0.130	0.100	0.075	0.070	0.050
3	0.050	0.040	0.032	0.030	0.020
4	0.025	0.020	0.016	0.015	0.010

### Valores de $L_0$ :

Categoría de Residuos	Región 1	Región 2	Región 3	Región 4	Región 5
	Sureste	Oeste	Centro/ Interior	Noreste	Noreste y Interior Norte
1	69	69	69	69	69
2	115	126	138	138	149
3	214	214	214	214	214
4	202	202	202	202	202

# Factor de Corrección de Metano y Factor de Ajuste por Incendio

- **MCF: Sitios poco profundo y/o sin manejo tienen degradación aeróbica y menos generación de biogás**

Manejo del Sitio	Profundidad <5m	Profundidad $\geq 5m$
Sin Manejo	0.4	0.8
Con Manejo	0.8	1.0
Aeróbico	0.4	0.5
Situación Desconocida	0.4	0.8

- **Factor de Ajuste por Incendio: Incendios consumen residuos y limitan la generación de biogás**
  - Ajuste de descuento para tomar en cuenta el % del sitio afectado y la severidad del incendio

# Ajustes a la Eficiencia de Captura

<b>Profundidad de los residuos:</b>	Descuento progresivo si la profundidad es <10 m (5% por cada metro < 10 m)
<b>Área de cobertura del sistema:</b>	Factor de Ajuste de Cobertura
<b>Tipo de cobertura y extensión:</b>	Cobertura Final = 90%; Intermedia = 80%; Diaria = 75%; Sin Cobertura = 50%
<b>Tipo de recubrimiento inferior y extensión:</b>	Descuento de 5% x % de area sin recubrimiento inferior
<b>Compactación de Residuos:</b>	Descuento de 3% si no hay compactación
<b>Area designada de disposicion:</b>	Descuento de 5% si no hay área designada
<b>Lixiviados:</b>	Descuento de hasta un 25% dependiendo de el clima y la frecuencia de los brotes de lixiviado



## Práctica de Uso del Modelo

---

- **Sitio #1: Sitio Ficticio**
  - Uso de valores pre-calculados con alimentación mínima
- **Sitio #2: Relleno Sanitario de Hasars, Guadalajara**
  - Datos de disposición
  - Datos de caracterización de residuos
  - Reciente inicio de operación del sistema de captura
  - Datos de eficiencia de captura pre-calculados por le modelo
- **Sitio #3: Relleno Sanitario de Guadalupe, Zacatecas**  
*(Sitio ficticio)*
  - Datos de disposición
  - Datos de caracterización de residuos
  - Datos de Flujo de Biogás
  - Ajustes de eficiencia de captura basados en los flujos actuales