



SECRETARÍA
DE ENERGÍA

Potencial Energético de Residuos Sólidos Urbanos y Desechos Pecuarios dentro de la Política Energética de México

Juan C. Mata/José L. Fernández

Morelia, Michoacán

Junio, 2003

Componentes de una política energética sustentable



Acciones para promover el suministro y uso de la energía bajo un esquema de desarrollo tecnológico sustentable

El crecimiento continuo de la demanda de energía requiere ir de la mano de un **uso más eficiente** de ésta y un **respeto por el medio ambiente**.

Política centrada en las siguientes acciones:

- ⇒ Utilizar **tecnologías más limpias** para la **generación de electricidad y otras formas de energía**.
- ⇒ **Acelerar las inversiones en tecnologías** para producir **combustibles más limpios**.
- ⇒ Promover **programas y tecnologías** para **ahorrar y hacer un uso más eficiente de la energía**.
- ⇒ Incrementar el suministro de energía por **fuentes renovables**.

Ventajas y Desventajas de las Energías Renovables

VENTAJAS

- **Permiten la conservación de recursos no-renovables**
- **Su costo no depende de los precios de gas y petróleo**
- **Representan una fuente económica de energía**
- **Generan menores impactos ambientales**
- **Pueden ser motor de desarrollos regionales**

LIMITACIONES

- **Están atadas a una determinada localización.**
- **Disponibilidad no siempre firme**
- **El kwh suele ser más caro que la energía convencional**
- **Amortización de inversión domina estructura de costos en primeros años**
- **Financiamiento complejo**

Potencial de las Energías Renovables en Aplicaciones Específicas

Las energías renovables permiten:

- ❖ *Incrementar el acceso de las áreas remotas a los servicios de electricidad*
- ❖ *Aprovechar nichos de oportunidad para aplicaciones específicas*
- ❖ *Facilitar el uso de energías adecuadas al entorno*

Calidad de Vida

- Servicios de salud
- Agua limpia
- Iluminación
- Educación
- Comunicación
- Entretenimiento

Actividad productiva

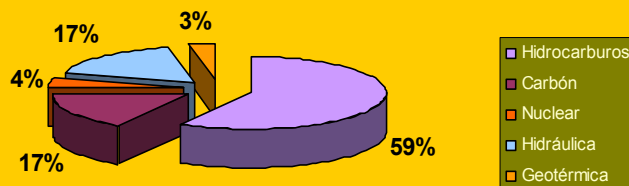
- Bombeo de agua
- Talleres artesanales
- Maderería sustentable
- Eco-tourismo
- Ganadería intensiva
- Acuicultura



Necesidad de Diversificación Energética

- Más del 75% de la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles


















Porcentajes de generación eléctrica por energético primario, 2000

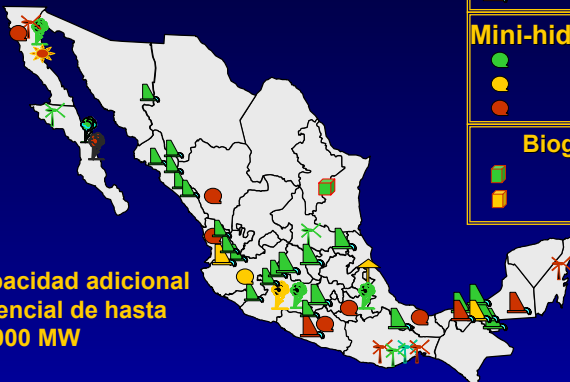


Energías Renovables; Situación Actual y Proyectos Futuros

Capacidad Renovable actual: 10,906 MW

- Hidroelectricidad: 9,619 MW
- Geotermia: 838 MW
- Biomasa: 401 MW
- Eólica: 2.2 MW
- Solar Fotovoltaica: 14 MW

Hidráulicos	Geotérmicos
 9,619 MW	 838 MW
 1,693 MW	 107 MW
 1,575 MW	 5 MW
Mini-hidráulicos	Eólicos
 20 MW	 2 MW
 8 MW	 30 MW
 143 MW	 690 MW
Biogas	Biomasa
 10.8 MW	 401 MW
 7.4 MW	 10 MW
	Solar Híbrido
	 39 MW



Capacidad adicional potencial de hasta 17,000 MW

Compromisos y Resultados Logrados

Compromiso: incrementar en 1000 MW la capacidad de generación con energías renovables, adicional a la que contemplaban los programas originales de la CFE.

CFE (1,743 MW)

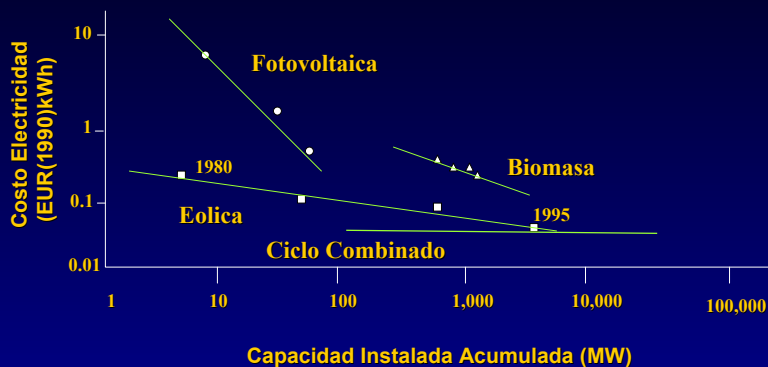
- ✓ Hidroeléctricas en Chicoasén, Chis. (936 MW) y el Cajón, Nayarit (680MW)
- ✓ Central geotérmica de los Azufres, Mich. (107 MW)
- ✓ Central eólica en la Ventosa, Oax. (50MW) - nuevo

PRODUCTORES INDEPENDIENTES (173 MW)

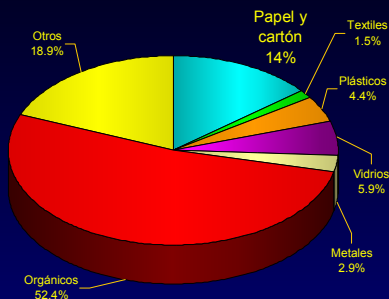
- ✓ Eólicos en la Ventosa, Oax. (107 MW) y Sta. Catarina, NL (10 MW)
- ✓ Biogás de estiércol en Tizayuca, Hgo (8 - 12 MW), y de RSM en Monterrey, NL (7.4 MW)
- ✓ Termo-solar en Baja California (39 MW).

Potencial Energético de Residuos Sólidos Municipales y Excretas Pecuarias

Curvas de Aprendizaje Tecnológico en ER: Costos de Operación



Generación y Características de RSM en México



Fuente: Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 1999.

PCI Promedio de RSM en México

1200-1500 kcal/kg³

³ Estimación indirecta Metodología CEPIS-OPS; datos SEDESOL, 2000

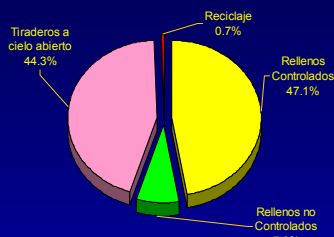
Generación de RSM en México

Año	Población ¹ (miles hab)	Gen. Nal. RSM ² (miles ton/año)	RSM ² (kg/hab/día)
1999	96,184	30,952	0.85
2000	97,483	30,733	0.86
2001	98,800	31,489	0.87
2002	100,135	32,174	0.88

¹ INEGI, 2003

² Sedesol, Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2003.

Disposición de RSM en México (2000)



Fuente: SEDESOL, Dirección de Residuos, 2001.

Potencial Energético de RSM (2000)



	Gen. RSM 2000	Pot. Gen. CH ₄ ¹	Pot. Gen. Eléctrica Biogas ²	Pot. Gen. Eléctrica Térmico ³
	miles ton/año	miles ton/año	MW	MW
0 - 550	0 - 25	0 - 10	0 - 25	0 - 25
550 - 1,000	25 - 50	10 - 20	25 - 50	25 - 50
1,000 - 2,000	50 - 100	20 - 35	50 - 80	50 - 80
2,000 - 2,500	100 - 150	35 - 50	80 - 110	80 - 110
2,500 - 5,000	150 - 300	50 - 110	110 - 225	110 - 225
Total Nal	30,733	1,250 - 1,725	500 - 700	1,225 - 1,530

¹ y ² Landfill Gas-to-Energy Project Opportunities, EPA 430-K-99-002, 1999

³ Dhussa, A.K., Vashney, A.K. (UNDP, 2000). Energy Recovery from Municipal Solid Waste <http://www.undp.org.in/programme/GEF/march00/page7-8.htm>

- Una disposición adecuada de todos los RSM del país generaría entre 1.25 y 1.75 millones ton/año de CH₄ aprovechable y un potencial de generación eléctrica de 500 – 700 MW.
- El tratamiento térmico de RSM tiene un potencial de generación eléctrica de 1200 – 1500 MW.
- 57% de los RSM se localizan en 6 Estados: DF, México, Puebla, Veracruz, Guanajuato, Nuevo León y Jalisco con generación de 0.75 – 1.00 millones de ton CH₄/año y potencial de 300 – 400 MW (biogás) y 700 – 870 MW (térmico).

Potencial Energético a partir de Excretas de Bovino Lechero (1998)



	Cabezas 1998 ¹	Pot. Gen. CH ₄ ²	Pot. Gen. Eléctrica Biogas ³
	miles	miles ton/año	MW
	0 - 100	0 - 70	0 - 40
	100 - 200	70 - 140	40 - 80
	200 - 300	140 - 200	80 - 120
	300 - 500	200 - 300	120 - 180
	500 - 700	300 - 440	180 - 260
	700 - 1100	440 - 700	260 - 400
Total Nal	6,892	3,500 - 5,300	1,700 - 3,500

¹ CEA-SAGAR, 2000

² Anaerobic Digestion Overview David Schmidt

www.extension.umn.edu/capacity/afe/components/PowerPoints/SchmidtAndigest.ppt

³ Dhussa, A.K., Vashney, A.K. (UNDP, 2000). Energy Recovery from Municipal Solid Waste <http://www.undp.org.in/programme/GEF/march00/page7-3.htm>

- El aprovechamiento de excretas bovinas lecheras podría generar 3.5 – 5.3 millones ton CH₄/año y un potencial de generación eléctrica de 1,700 – 3,500 MW.
- 50% de las cabezas de Ganado Lechero Bovino se localizan en 5 Estados: Jalisco, Chihuahua, Durango y Coahuila (La Laguna), y Guanajuato con potencial de generación de 1.7 – 2.6 millones de ton CH₄/año y potencial de 850 – 1750 MW (biogás).

Potencial Energético a partir de Excretas de Ganado Porcino (1998)



	Cabezas 1998 ¹	Pot. Gen. CH ₄ ²	Pot. Gen. Eléctrica Biogas ²
	miles	miles ton/año	MW
	0 - 250	0 - 15	0 - 10
	250 - 500	15 - 30	10 - 20
	500 - 1000	30 - 60	20 - 40
	1000 - 1500	60 - 90	40 - 80
	1500 - 2500	90 - 160	80 - 140
Total Nal	14,971	800 - 1,200	400 - 800

¹ CEA-SAGAR, 2000

² Anaerobic Digestion Overview David Schmidt

www.extension.umn.edu/capacity/afe/components/PowerPoints/SchmidtAndigest.ppt

³ Dhussa, A.K., Vashney, A.K. (UNDP, 2000). Energy Recovery from Municipal Solid Waste <http://www.undp.org.in/programme/GEF/march00/page7-3.htm>

- El aprovechamiento de excretas de ganado porcino podría generar 0.8 – 1.2 millones ton CH₄/año y un potencial de generación eléctrica de 400 - 800 MW.
- 54% de las cabezas de Ganado Porcino se localizan en 7 Estados: Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Puebla, Sonora, Yucatán y Veracruz con potencial total de generación de 0.43 – 0.65 millones de ton CH₄/año y potencial de 220 - 430 MW (biogás).

Beneficios Ambientales

- **Aprovechamiento de biogás de rellenos sanitarios, reduce riesgos de accidentes por incendios o explosiones, y reduciría las emisiones de GEI por 18 y 26 millones de tonCO₂eq/año (capitalización por US\$ 72 – 104 millones anuales por venta de bonos de carbono a US\$ 4.00/ton).**
- **El uso de tecnologías térmicas para disposición de RSM evitaría la disposición a cielo abierto (47%). Reduciría emisiones de GEI por 25 – 35 millones de tonCO₂eq/año (capitalización por US\$ 100 – 140 millones/año por venta de bonos de carbono a US\$ 4.00/ton).**
- **Aprovechamiento energético de excretas bovinas lecheras y porcinas asegura su estabilización (por digestión anaerobia) y contribuiría a reducir emisiones de GEI por 315,000 tonCO₂eq/año (capitalización por US\$ 1.3 millones anuales por venta de bonos de carbono a US\$ 4.00/ton).**

Avances y Proyectos Futuros

Generación de Energía a partir de biogás en Plantas de Tratamiento de Aguas¹

(Servicios de Agua y Drenaje de Monterrey, NL; en Operación)

PLANTA NORTE

- 3.1 millones m³ biogás/año (aprox. 1,100 ton CH₄/año)
- 4 motores (biogás o gas) 400 kW c/u
- Total = 1.6 MW
- Electricidad producida = 14 GWh/año
- Costo de Inversión = US\$ 3.1 Millones

PLANTA DULCES NOMBRES

- 26.1 millones m³ biogás/año (aprox. 9,000 ton CH₄/año)
- 8 motores (biogás o gas) 1.15 MW c/u
- Total = 9.2 MW
- Electricidad producida = 40 GWh/año
- Costo de Inversión = US\$ 7.0 Millones

Fuente: CRE

<http://www.cre.gob.mx/english/press/1997/elecpower.pdf>

<http://www.cre.gob.mx/english/press/1997/monte1.pdf>

Cogeneración de Energía con Excretas Ganado Bovino Lechero¹

(Proyecto Tizayuca, Hgo; en Construcción)

- 30,000 vacas
- 547,500 toneladas de estiércol/año
- 36.1 millones m³ biogás/año (aprox. 12,500 ton CH₄/año)
- Combustible = biogás + gas natural + combustóleo
- 5 motores (biogás o gas) 2.1 MW c/u
- 3 motores Diesel (combustóleo) 18.9 MW c/u
- Turbina de vapor 7.8 MW
- Total = 75 MW
- Electricidad producida = 592 GWh/año
- Costo de Inversión estimado = US\$ 61 Millones

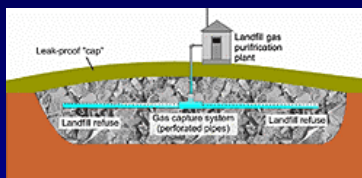
Fuente: Tratimex, S.A. De C.V., Octubre 2002.

<http://www.conae.gob.mx/work/secciones/1756/imagenes/ricardoromero.pdf>

Generación de Energía a partir de biogás de relleno sanitario¹

(Salinas, Victoria N.L.; en Construcción)

- 8 Millones ton RSM en relleno sanitario
- Combustible primario = biogás
- 36.2 millones m³ biogás/año (aprox. 12,200 ton CH₄/año)
- 7 motores recíprocos de 1 MW
- Total = 7.42 MW (ampliable hasta 25 MW)
- Electricidad producida = 58.25 GWh/año
- Costo de Inversión estimado = US\$ 10.8 Millones (5.3 millones GEF-BM)



Fuente: SEISA S.A. De C.V.
<http://www.conae.gob.mx/work/secciones/1755/imagenes/jorgegutierrez.pdf>

Gasificación de RSM en Aguascalientes¹ (Proyecto Futuro)

- **Relleno Sanitario *San Nicolás*, recibe los RSM de todo el Estado: 800 Toneladas al Día***
- **Mediante procesos de Gasificación de los RSM, se puede obtener: 15 MW de capacidad por cada 250 Tons. de RSM.**
- **Posibilidad de Establecer una planta de 48 MW, la cual proporcionaría prácticamente el 75% de la demanda de servicios de todo el estado.**
- **Costo promedio del manejo y disposición final de RSM, por tonelada en un relleno Sanitario: \$70.0 pesos Tonelada.**
- **Costo aproximado mensual por manejo de los RSM en el Relleno Sanitario del Estado: \$1.7 millones de pesos.**
- **Realizando un proyecto de gasificación a través de los RSM se podrían reducir el manejo de los RSM a alrededor de: \$30.0 pesos tonelada, además de prolongar la vida del Relleno Sanitario de 15 a más de 50 años.**

¹ Fuente: UPI-SENER, 2003

Bases para una política de fomento

- El problema del uso masivo de las energías renovables no es técnico, sino de mecanismos de mercado.
- Su expansión requiere de un esquema de incentivos al desempeño, además de un marco legal que no discrimine a las energías renovables.
- Se pueden emplear mecanismos internacionales de promoción (Bonos de carbono, bonos verdes)
- Deben constituir un portafolio coordinado de políticas, y no sólo un conjunto reducido de medidas.
- Deben operar de manera coordinada con programas de apoyo, difusión y promoción de inversiones.

Elementos de una Política de Fomento

- Creación de un ambiente regulatorio favorable al desarrollo de la energía renovable en general
- Acuerdos de interconexión para fuentes renovables no intermitentes que garanticen el despacho de la energía generada
- Pagos de servicios sólo por capacidad utilizada
- Compra-venta de energía para acoplar oferta y demanda
- Esquemas de depreciación acelerada (en discusión con la SHCP),
- Creación de mercados y fondos verdes para el desarrollo de las energías renovables
- Participación en los mercados internacionales de carbón.

Mercados y Mecanismos de Apoyo

Elementos cruciales e inseparables:

- ❑ **Operación de Mercados**
 - Los mercados deben ser el motor de la operación de las energías renovables
 - Reglas claras
- ❑ **Operación de Incentivos (Mercados Verdes)**
 - Pueden ser financiados por fondos multilaterales, públicos, o privados (compradores verdes)
 - Los bonos de carbono del MDL
 - El funcionamiento de los incentivos es complementario a la operación de los mercados, no sustituto.
- ❑ **Esquemas Competitivos**
 - Se debe competir por subsidios; quien pide menos lo gana.
 - Compiten tecnologías entre sí
 - Se revisa anualmente su desarrollo

Esquemas para promover energías renovables

Se están evaluando esquemas para proporcionar estímulos adicionales para las energías verdes

- ❖ **Creación de un fondo verde que proporcione un suplemento para la compra de energía formado por, entre otros:**
 - **Aportación de organismos internacionales (GEF)**
 - **Venta de certificados de carbono**
- ❖ **Apoyo a la creación de un mercado de compradores de energías renovables**

CONCLUSIONES

- El PROSENER apoya el desarrollo de energías renovables tanto para aplicaciones específicas como para su uso en gran escala.
- El sector se ha puesto como meta desarrollar 1000 MW por encima de lo programado por la CFE para el sexenio.
- Para ello, ha venido impulsando un conjunto de medidas que proporcionan un tratamiento preferente a las energías renovables.
- Estas medidas buscan operar de una manera coordinada y coherente, en colaboración con la iniciativa privada.