

## **CAPÍTULO 7**

### **NORMATIVIDAD**

#### **7.1 Ley de promoción y desarrollo de los bioenergéticos**

Se realizó una síntesis de la ley en lo que respecta a biogás que se presenta a continuación.

La presente Ley, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de febrero de 2008, tiene por objeto la promoción y desarrollo de los Bioenergéticos con el fin de coadyuvar a la diversificación energética y el desarrollo sustentable como condiciones que permiten garantizar el apoyo al campo mexicano y establece las bases para:

- 1.- Desarrollar la producción, comercialización y uso eficiente de los Bioenergéticos para contribuir a la reactivación del sector rural, la generación de empleo y una mejor calidad de vida para la población; en particular las de alta y muy alta marginalidad.
- 2.- Procurar la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y gases de efecto de invernadero, utilizando para ello los instrumentos internacionales contenidos en los Tratados en que México sea parte.

Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

**Bioenergéticos:** Combustibles obtenidos de la biomasa provenientes de materia orgánica de las actividades, agrícola, pecuaria, silvícola, acuacultura, algacultura, residuos de la pesca, domésticas, comerciales, industriales, de microorganismos, y de enzimas, así como sus derivados, producidos, por procesos tecnológicos sustentables que cumplan con las especificaciones y normas de calidad establecidas por la autoridad competente en los términos de esta Ley.

**Biogás:** Gas que se produce por la conversión biológica de la biomasa como resultado de su descomposición.

Quedan sujetos de esta Ley, los ejidos, comunidades y los productores de productos naturales de los que se pueda obtener biomasa y, en general toda persona física o moral, que de manera individual o colectiva, realicen cualquier actividad relacionada con la producción, comercialización y/o distribución, transporte y almacenamiento de Bioenergéticos.

Se crea la Comisión de Bioenergéticos, la cual está integrada por los titulares de la SAGARPA, SENER, SEMARNAT, la Secretaría de Economía y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la cual tiene las siguientes funciones:

- 1.- Proponer los lineamientos programáticos y presupuestales que deberán tomar en cuenta las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, para realizar actividades y apoyar la producción y comercialización de insumos, y la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos

2.- Promover la coordinación de acciones de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal, en lo relativo a la producción y comercialización de insumos, y a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos.

3.- Revisar la congruencia de las Normas Oficiales Mexicanas, en lo relativo a la producción y comercialización de insumos, y a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos.

Para impulsar, desarrollar e incentivar la producción de los Bioenergéticos, las Secretarías y los Gobiernos de las entidades federativas y del Distrito Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias promoverán la creación de infraestructura para la producción de Bioenergéticos.

Los incentivos estarán dirigidos a personas que contribuyan al desarrollo de la industria de los Bioenergéticos y a la modernización de su infraestructura, a través de la fabricación, adquisición, instalación, operación o mantenimiento de maquinaria para la producción de Bioenergéticos. Asimismo, considerarán a aquellas personas que realicen investigaciones de tecnología, cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera, aguas, suelos, sitios, así como la innovación tecnológica en las plantas de producción de Bioenergéticos.

La SAGARPA y la SENER apoyarán la investigación científica y tecnológica para la producción y uso de los Bioenergéticos. Las actividades y servicios relacionados con la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos, se sujetarán a permiso previo de la SENER (SENER, 2008).

## **7.2 NOM-004-SEMARNAT-2002**

Esta Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones y los límites máximos permisibles de contaminantes en los lodos y lodos digeridos provenientes del desazolve de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras y de las plantas de tratamiento de aguas residuales, con el fin de posibilitar su aprovechamiento o disposición final y proteger al medio ambiente y la salud humana. Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana los lodos digeridos se clasifican en tipo: excelente y bueno en función de su contenido de metales pesados; y en clase A, B y C en función de su contenido de patógenos y parásitos. El aprovechamiento de los biosólidos, se establece en función del tipo y clase, como se especifica en la Tabla 7.1 y su contenido de humedad hasta el 85% (SEMARNAT, 2002).

Los lodos y lodos digeridos que cumplan con lo establecido en la presente Norma Oficial Mexicana, pueden ser almacenados hasta por un periodo de dos años. El predio en el que se almacenen debe ser habilitado para que no existan infiltraciones al subsuelo y contar con un sistema de recolección de lixiviados.

Tabla 7.1 Aprovechamiento de lodos digeridos (SEMARNAT, 2002)

Tipo	Clase	Aprovechamiento
Excelente	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación.</li> <li>• Los establecidos para clase B y C</li> </ul>
Excelente o Bueno	B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación.</li> <li>• Los establecidos para clase C.</li> </ul>
Excelente o bueno	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos forestales</li> <li>• Mejoramiento de suelos</li> <li>• Usos agrícolas</li> </ul>

La frecuencia de muestreo y análisis para los lodos y lodos digeridos se realizarán en función del volumen de lodos generados como se establece en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2 Frecuencia de muestreo y análisis para lodos y lodos digeridos (SEMARNAT, 2002)

Volumen generado por año (ton/año) en base seca	Frecuencia de muestreo y análisis	Parámetros a determinar
Hasta 1,500	Una vez al año	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos
Mayor de 1,500 hasta 15,000	Una vez por semestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos
Mayor de 15,000	Una vez por trimestre	Metales pesados, indicador bacteriológico de contaminación, patógenos y parásitos

El generador podrá quedar exento de realizar el muestreo y análisis de alguno o varios de los parámetros establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana, siempre y cuando la detección de éstos sea en cantidades menores que los límites máximos establecidos, o cuando por la procedencia de los lodos y lodos digeridos éstos no contengan los contaminantes regulados en la presente Norma Oficial Mexicana.

La atracción de vectores se reduce si la masa de sólidos volátiles en los lodos digeridos es reducida por lo menos un 38% durante su tratamiento. Este porcentaje es semejante al conseguido mediante degradación anaerobia.

### 7.3 Convención de Cambio Climático de las Naciones Unidas (UNFCCC)

La UNFCCC ha sido ratificada por 188 países (México en 1993). El objetivo de la Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Responsabilidades comunes pero diferenciadas:

- Países Anexo I (desarrollados):
  - Tienen que reducir sus emisiones de GEI de manera absoluta.
- Países No Anexo I (en desarrollo), incluyendo México:
  - No tienen compromisos cuantitativos
  - Deben formular inventarios e implementar programas de mitigación de emisiones
  - Tienen la oportunidad de aprovechar el mercado de reducción de emisiones.

#### **7.4 Protocolo de Kyoto y Mecanismo de Desarrollo Limpio**

El Protocolo de Kyoto que entró en vigor el 16 de febrero de 2005 constituye el primer y más importante acuerdo mundial para contrarrestar las causas del calentamiento global y disminuir la generación de los GEI. Este acuerdo dispone de una serie de mecanismos que permiten el desarrollo y continuidad de la actividad económica de los países adheridos a este pacto conforme a bases de sustentabilidad. A través del Protocolo de Kyoto se crea el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) a fin de obtener los llamados bonos de carbono (CER's, por sus siglas en inglés), con lo cual se generan ventajas sobre las inversiones en proyectos MDL tanto para las naciones altamente desarrolladas (ubicadas en el Anexo I del Protocolo) que tienen el compromiso de reducir sus GEI para el año 2012 como para los países en desarrollo sumados en este acuerdo.

El Protocolo de Kyoto (PK) ha sido ratificado por 128 países. México lo ratificó en el año 2000 como país no Anexo I (sin compromisos cuantitativos). Los países desarrollados acordaron reducir sus emisiones en 5.2% respecto a 1990 para el período de 2008 a 2012. Según el banco internacional, experto en cambio climático y seguridad energética, la puesta en marcha del protocolo han generado fondos por valor de 30,000 millones de euros orientados al "carbon finance" y las tecnologías y mercados de energías limpias en países en vías de desarrollo. Se calcula que, para 2010, las inversiones habrán alcanzado los 200,000 millones de euros.

Los lineamientos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) se establecen en el Artículo 12 del Protocolo de Kyoto, el cual permite a los gobiernos de los países industrializados (los llamados "economías desarrolladas", o países del Anexo I), así como a las empresas, suscribir acuerdos para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) realizando proyectos en otros países no Anexo I o economías en desarrollo como la nuestra.

El MDL permite a los gobiernos y empresas que adquieran los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) acreditar el cumplimiento de su reducción de emisiones. Este mecanismo flexible permite a sus participantes transferir tecnologías limpias e inversión directa en proyectos para la reducción de GEI a economías en desarrollo (QuimiNet, 2009).

El MDL está regido por los países signatarios del Protocolo de Kyoto a través de la Junta Ejecutiva, y las reducciones deberán ser verificadas y certificadas por entidades operacionales designadas. Además se exige la autorización de la participación voluntaria y la constancia de distribución al desarrollo sostenible del país en donde se establezca algún proyecto determinado. Los tipos de transacciones para el financiamiento de proyectos MDL son:

1. Transacción de Mejor Esfuerzo (venta sin compromiso de garantía de emisión): Los compradores pagan las CER's sólo una vez que éstas son efectivamente emitidas y transferidas a sus cuentas: esto significa que los vendedores no tienen una obligación legal en el caso de no poder cumplir con la entrega.
2. Transacción de Entrega Firme: Los compradores reciben una garantía de que los créditos serán entregados a un precio establecido ya acordado. Si el proyecto falla, las CER's son igualmente provistas.
3. Transacción de Pago por Adelantado: El vendedor requiere financiamiento para la implementación del proyecto, y los compradores tienen la opción de elegir pagar por adelantado algunas de las CER's. En esta estructura, el importe adelantado es generalmente respaldado por una carta de crédito, normalmente emitida por un banco local y confirmado por una institución financiera en un país desarrollado.

El 23 de enero de 2004, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial denominada Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de GEI. Este Comité se encuentra compuesto por las siguientes secretarías:

1. Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT);
2. Energía;
3. Economía;
4. Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y
5. Comunicaciones y Transportes.

El Comité es presidido por el titular de la SEMARNAT, y se encuentra encargado de identificar oportunidades, simplificando, promoviendo, publicando, evaluando y aprobando cuando fuera necesario, proyectos de reducción de emisiones y de captura de GEI en México.

El Comité funge como la Autoridad Nacional Designada conforme a los requerimientos del Protocolo de Kyoto, y tiene la facultad de emitir cartas de aprobación y llevar un registro de proyectos de reducción de emisiones y de captura de GEI en México (QuimiNet, 2009).

#### **7.4.1 Elementos de Proyectos del MDL**

Las decisiones del Consejo Ejecutivo del MDL consideran que para que un proyecto sea aceptado se deben cumplir los siguientes lineamientos:

- La línea de base es la referencia de las emisiones tal como ocurrirían normalmente (business as usual).
- El criterio de adicionalidad permite asegurar que las emisiones evitadas son, precisamente, adicionales a las que ocurrirían en ausencia del proyecto MDL. La adicionalidad no es exclusivamente económica o financiera.
- Se debe establecer una metodología de Monitoreo y Verificación que defina un planteamiento para el seguimiento y evaluación de los proyectos.
- Los proyectos a considerar (Primera etapa) deben haber empezado después de Diciembre de 2000 (cierre financiero) (SENER, 2005).

## 7.4.2 Ciclo de proyectos del MDL de acuerdo con el PK

Para el primero de octubre de 2008 se encontraban en trámite 4,064 proyectos de MDL y aproximadamente 250 metodologías de reducción de gases efecto invernadero para el desarrollo de proyectos de MDL a nivel mundial. Conforme a esta información en Latinoamérica se están desarrollando 768 proyectos de los cuales 372 se encuentran en etapa de validación; hay 22 proyectos con solicitud de registro y 374 registrados. Las estadísticas por país son: Brasil con 310 proyectos, México con 188, Chile con 56 y Colombia con 33. En la región Asia & Pacífico (3,028 proyectos) destaca la India con 1,079 y China con 1,445. En la Figura 7.1 se muestra los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio para obtener Certificados de Reducción de Emisiones. Los países con los que se tienen convenios de colaboración para la implementación de Proyectos MDL en México son:

- Austria
- España
- Francia
- Holanda
- Italia
- Dinamarca
- Canadá
- Banco Japonés para la Cooperación Internacional

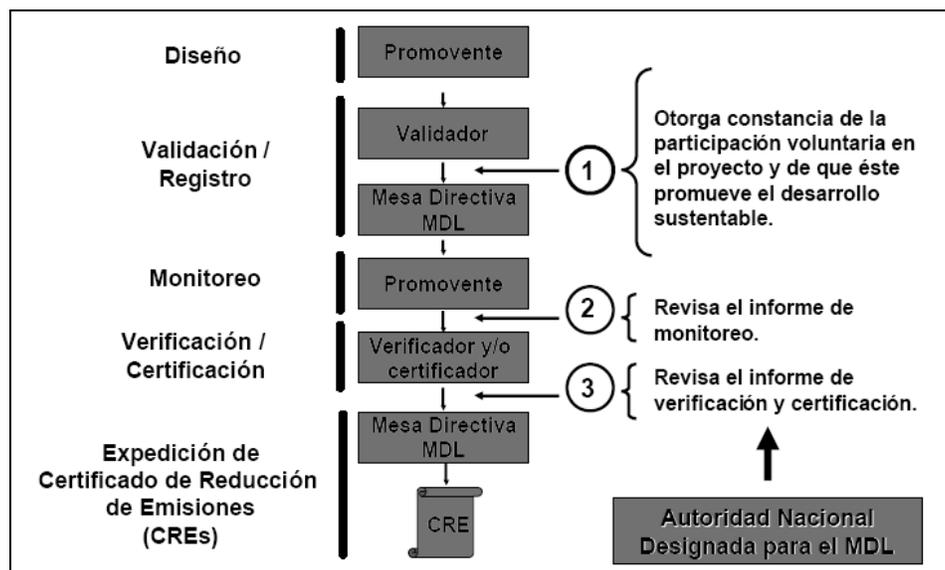


Figura 7.1 Certificados de Reducción de Emisiones (SENER, 2005)

La cartera actual de proyectos MDL en México se muestra en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3 Proyectos MDL en México (SENER, 2005)

TIPO DE PROYECTOS	NÚMERO DE PROYECTOS	REDUCCIONES ESTIMADAS DE CO <sub>2</sub> (KTONS / AÑO)
Minihidroeléctricas	6	263
Generación de energía eléctrica con viento	6	1,626
Gestión de desechos orgánicos	5	1,394
Aprovechamiento de metano en rellenos sanitarios	7	600
Aprovechamiento o quema de metano en minería	1	2,000
Secuestro de carbono en subsuelo	1	2,200
Transporte	1	200
Eficiencia energética y reingeniería de proceso	4	2,100
Incineración de HFC-23 proveniente del proceso de manufactura de CFC	1	2,712
Programa nacional para la modernización del autotransporte y de sustitución de motores eléctricos	2	127
Proyectos forestales	1	n.d
Total	35	11,022

## 7.5 Mercado de bonos de carbono

El nombre de “bonos de carbono” se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones. Así, se puede decir que existen “varios tipos” de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados:

- Certificados de Reducción de Emisiones (CER's)
- Montos Asignados Anualmente (AAU's)
- Unidades de Reducción de Emisiones (ERU's)
- Unidades de Remoción de Emisiones (RMU's)

En un análisis detallado sobre la dinámica del mercado se concluye que los mayores compradores individuales de Bonos de Carbono son Gran Bretaña 50%, Italia 10%, Japón 7%, Holanda 4% y España 6% (QuimiNet, 2009).

### 7.5.1 Certificados de Reducción de Emisiones (CER)

Un CER's equivale a una tonelada métrica de CO<sub>2</sub> que no fue emitido a la atmósfera y se miden de forma proporcional para aquellos gases efecto invernadero con mayor poder calorífico al CO<sub>2</sub> como es el caso del metano que es 21 veces mayor y el dióxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 325 veces más potente. De modo tal que reduciendo una tonelada métrica de N<sub>2</sub>O se están reduciendo 325 toneladas métrica de CO<sub>2</sub>, lo que equivale a 325 CER's o bonos de carbono. Los CER's son otorgados en una cuenta electrónica a favor de los desarrolladores de los proyectos, una vez que se ha certificado la reducción de emisiones.

Los CER's generarán elementos comercializables, sujetos a la ley de la oferta y demanda. La generación de CER's requiere del cumplimiento de los requisitos establecidos por la Junta Ejecutiva del MDL, el análisis de la metodología y la verificación del proyecto. Un proyecto que no cumple con los requisitos del MDL podrá generar otro tipo de créditos, sin embargo su trato es distinto y su reconocimiento depende de los potenciales compradores.

Los países del Anexo I que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Certificados de Reducción de Emisiones por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto.

### **7.5.2 Montos Asignados Anualmente (AAU)**

Corresponde al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kyoto. Cada país divide y asigna su respectivo monto a empresas localizadas en su territorio a manera de límite de emisión por empresa.

### **7.5.3 Unidades de Reducción de Emisiones (ERU)**

Corresponde a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

### **7.5.4 Unidades de Remoción de Emisiones (RMU)**

Corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Estas unidades o créditos solamente pueden ser obtenidas por países del Anexo I del Protocolo de Kyoto y pueden obtenerse también en proyectos de Implementación Conjunta. Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en períodos de compromiso posteriores (WB, 2009).

Las transacciones de bonos pueden ser desde una simple compra o venta de una cantidad específica de bonos, hasta una estructura de compra-venta con diversas opciones. Algunas de las opciones son las siguientes:

### **7.5.5 Compras Spot**

El precio del bono y la cantidad de bonos se acuerdan en la fecha del acuerdo de compra-venta pero la entrega y el pago del bono se realizan en una fecha futura cercana. Se puede considerar como si la compra-venta ocurriera en el momento, aunque pasen unos días entre el pago y la entrega. Esto se hace para asegurar un precio conveniente para ambas partes y para reducir el riesgo de que el bono no se venda en el futuro.

### 7.5.6 Contratos de entrega futura

Se acuerda la compra-venta de una cantidad específica de bonos al precio de mercado actual, pero el pago y la entrega se realizarán en fechas futuras, generalmente de acuerdo a un cierto calendario de entregas.

### 7.5.7 Opciones

Las partes compran o venden la opción (el derecho a decidir) sobre si la venta se realizará o no en una fecha y a un precio pactados. De esta manera, el comprador tiene el derecho a comprar la cantidad de bonos ofrecida por el vendedor, pero no tiene la obligación de comprarlos una vez llegada la fecha acordada. Las condiciones de precio, cantidad y fecha de entrega de los bonos se acuerdan el día de elaboración del contrato, y también se acuerda una fecha que marca la fecha límite para que el comprador mantenga su derecho de compra. En este caso, el vendedor está a la expectativa y depende de la decisión del comprador, pero si la compra-venta se realiza, el comprador le pagará una cantidad adicional denominada premium.

Todas las operaciones de compra-venta en el comercio de bonos de carbono están regidas por un contrato entre el comprador y el vendedor.

No hay un valor “oficial” sobre el precio de una tonelada de CO<sub>2</sub> reducida o no emitida. Aunque algunas agencias multilaterales han establecido ciertos precios para los proyectos de reducción de emisiones financiados por ellas mismas (por ejemplo, hasta 2005, el Banco Mundial emplea un precio de \$5 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente no emitida), el precio de la tonelada está sujeto a oferta y demanda de bonos de carbono en el mercado.

Dado que existen diferentes esquemas para el comercio de los bonos y diferentes sitios del mundo donde se pueden comprar y vender, pueden existir precios diferentes por cada tonelada de CO<sub>2</sub> (WB, 2009). Por ejemplo:

- *Chicago Climate Exchange*: en operación desde diciembre de 2003; el precio ha fluctuado desde US\$0.90 hasta los US\$2.10 dólares por tonelada de CO<sub>2</sub> (datos a junio de 2005).
- *European Climate Exchange Carbon*: en operación desde abril de 2005; el precio ha fluctuado entre € 6.40 y €19.70 euros por tonelada de CO<sub>2</sub> (datos a junio de 2005).

En la Figura 7.2 se muestra los precios y volúmenes de ton CO<sub>2</sub> comerciados en la Unión Europea. El mercado global del carbón ha experimentado un crecimiento extremadamente rápido durante los últimos años. En el 2007 este mercado tuvo un valor de US\$64 mil millones (€47 mil millones), el doble comparado con el 2006 que fue de US\$31 mil millones de 2006 (€24 mil millones) y casi seis veces más que en el 2005 que se comercializó un total de US\$11 mil millones (€9 mil millones).



Figura 7.2 Precios y volúmenes de Ton CO<sub>2</sub> comerciados en la Unión Europea (PointCarbon, 2009)

La gran mayoría de transacciones de los CER's durante el 2007 y principios del 2008 se realizaron en el rango de €8-13, con un precio promedio contratado de US\$13.60 o de €9.90, observándose un incremento del 24% comparado con el 2006. El precio mínimo para los CER's fue de US\$9 (€6.5) en 2007 y de US\$7 (€5.6) el 2006 (un aumento del 26%) (WB, 2009).

El Instituto Nacional de Ecología ha estimado que México tiene un potencial de mitigación de emisiones cercano a los 81 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>/año, que podría traducirse en ingresos de más de 480 millones de euros anuales. Sin embargo, según la firma Noruega DNV, tan solo CFE puede tener un mercado de reducción de emisiones del orden de 100 mil millones Usd/año. Estos ingresos ayudarán a promover el desarrollo de proyectos en los sectores energético, industrial, agrícola y forestal (SENER, 2005).