

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

“ENERGETICOS ALTERNATIVOS PARA MEXICO”

TRABAJO MONOGRAFICO DE ACTUALIZACION

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
I N G E N I E R O Q U I M I C O

P R E S E N T A

JOSUE RAMSES ESCOTO ROJAS



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente	Alejandro Anaya Durand
Vocal	Rodolfo Torres Barrera
Secretaria	Imelda Velázquez Montes
1^{er} Suplente	Euberto Hugo Flores Puebla
2^o Suplente	Eduardo Flores Palomino

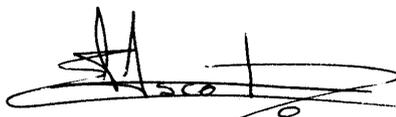
Coordinación de Servicios de Información Digital
Facultad de Química
Universidad Nacional Autónoma de México

Asesor de la tesis:



M. en C. Imelda Velázquez Montes

Sustentante:



Josué Ramses Escoto Rojas

DEDICATORIAS

A mis padres:

María del Pilar Rojas Subías (Finada) y David Escoto Velázquez

Por darme la vida, el amor, la fuerza y la educación necesaria, para lograr mis objetivos en la vida, por imposibles que parezcan.

Gracias por todo el apoyo, confianza y paciencia.

A mi hermano:

Moisés David Escoto Rojas

Por su apoyo incondicional.

A mi esposa:

Karla Paola Nieto Ibarra

Por su apoyo incondicional, simplemente... por ser mi amor y mi pareja en varias vidas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México

A la Facultad de Química

A mis sinodales:

Prof. Alejandro Anaya Durand

Prof. Rodolfo Torres Barrera

Profra. Imelda Velázquez Montes

Prof. Euberto Hugo Flores Puebla

Prof. Eduardo Flores Palomino

Por revisar este trabajo y aportar sus valiosos comentarios.

A mis suegros:

Margarita Ibarra Duran y Faustino Nieto Cerón

Por su apoyo, cariño y enseñanza.

A mis amigos:

Por su apoyo y amistad.

En especial a mi Directora de Tesis, M. en C. Imelda Velázquez Montes, por todo su apoyo, paciencia y por ser un ejemplo a seguir.

ÍNDICE

	Pág.
ANTECEDENTES	1
• Recursos no renovables	3
• Recursos renovables	3
• Bioalcohol:	4
▪ Propiedades del alcohol etílico	4
▪ Usos del alcohol etílico	4
▪ Propiedades del alcohol metílico	5
▪ Usos del alcohol metílico	5
• Biogás:	6
▪ Propiedades del biogás	6
▪ Usos del biogás	7
JUSTIFICACIÓN	8
INTRODUCCIÓN	12
OBJETIVO GENERAL	15
CAPÍTULO 1: MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS	
1.1 Biomasa como materia prima	16
1.1.1 Tipos de biomasa	16
1.1.2 Beneficios de la utilización de la biomasa con fines bioenergéticos	17
1.1.3 Inconvenientes de la utilización de la biomasa con fines bioenergéticos	18
1.1.4 Formas de aprovechamiento de la biomasa	18
1.2 Celulosa	18
1.2.1 Residuos celulósicos	18
1.2.2 Pretratamientos de la celulosa	20
CAPÍTULO 2: ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS, BIOALCOHOLES Y BIOGÁS	
2.1 Bioalcohol etílico	21
2.1.1 Producción	22
2.1.2 Procesos de producción por fermentación	24
2.1.3 Mecanismo	26
2.1.4 Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del bioalcohol etílico	28
2.2 Bioalcohol metílico	32
2.2.1 Procesos de producción	32
2.2.2 Ventajas del alcohol metílico	33

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

2.2.3	Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del bioalcohol metílico	34
2.3	Biogás	35
2.3.1	Producción	35
2.3.2	Etapas del proceso de la digestión anaerobia	35
2.3.3	Factores limitantes de la velocidad en la digestión anaerobia	38
2.3.4	Parámetros que determinan la digestión anaerobia	38
2.3.5	Residuos del biogás	45
2.3.6	Tipos de plantas (Digestores ó biorreactores)	45
2.3.7	Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del biogás	49
CAPÍTULO 3: MARCO LEGAL, POLÍTICA AMBIENTAL PARA FACTIBILIDAD EN MÉXICO DE LOS ENERGÉTICOS		
3.1	Marco Legal e Institucional del Sector Energético	51
3.1.2	Análisis del Sector Energético en México	52
3.2	Política Ambiental	56
3.3	Factibilidad de los Bioenergéticos en México	57
CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE LOS BIOENERGÉTICOS EN MÉXICO		
4.1	Bioalcohol	62
4.1.1	Propiedades específicas, basadas en las Normas Oficiales Mexicanas de los diferentes alcoholes	62
4.1.2	Beneficios e inconvenientes del alcohol etílico, como sustituto de la gasolina en México	64
4.1.3	Implementación de bioalcohol en México	67
4.1.4	Beneficios e inconvenientes del alcohol metílico, como aditivo para gasolina en México	70
4.1.5	Implicaciones económicas del empleo de bioalcohol	71
4.2	Biogás	74
4.2.1	Técnicas de purificación para biogás en México	74
4.2.2	Implementación de biogás en México	75
4.2.3	Beneficios e inconvenientes del biogás, como sustituto del gas L. P. y gas Natural en México	77
4.2.4	Implicaciones económicas del empleo de biogás	80
4.2.5	Materias primas más comunes disponibles para la generación de biogás	83
4.3	Cogeneración de bioalcohol y biogás	83
ANÁLISIS DE RESULTADOS		84
CONCLUSIONES		89
BIBLIOGRAFÍA		92

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 1: Observaciones del uso de bioalcoholes (alcohol etílico y metílico), en el funcionamiento de automóviles y camionetas, en la Ciudad de México.

ANEXO 2: Instituciones del Sector Energético, Política Ambiental Nacional, Ley de los residuos sólidos para el D. F., Gestión de los residuos sólidos municipales en México.

ANEXO 3: Ley general del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, Reglamento de la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, Residuos generados y su velocidad de degradación.

ANEXO 4:

Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética, Normas Oficiales Mexicanas para algunos energéticos, Normas Oficiales Mexicanas de “Salud Ambiental y ecología”.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Propiedades generales del alcohol etílico	4
Tabla 2.	Propiedades generales del alcohol metílico	5
Tabla 3.	Tabla de miscibilidad de etanol, metanol, gasolina y diesel	5
Tabla 4.	Gases componentes del biogás	6
Tabla 5.	Propiedades generales del metano	6
Tabla 6.	Producción y consumo de petróleo en 1985	8
Tabla 7.	Reservas mexicanas de hidrocarburos	9
Tabla 8.	Composición de diferentes materias primas en % de peso seco	19
Tabla 9.	Microorganismos productores de alcohol etílico, a partir de varios sustratos	23
Tabla 10.	Rendimiento promedio de alcohol etílico, a partir de diferentes tipos de biomasa	23
Tabla 11.	Análisis de calidad de alcohol etílico comercial, que cumple con las especificaciones como bioalcohol	28
Tabla 12.	Comparación de las propiedades del alcohol etílico y la gasolina	30
Tabla 13.	Análisis de calidad de alcohol metílico comercial, que cumple con las especificaciones como bioalcohol	34
Tabla 14.	Enzimas hidrolíticas con su óptimo pH y temperatura en la digestión anaerobia	37
Tabla 15.	Datos promedio del contenido de sólidos totales	42
Tabla 16.	Relación C/N de diversos desechos	43
Tabla 17.	Componentes del biogás en función del sustrato utilizado	44
Tabla 18.	Valores promedio de poder calorífico de diferentes combustibles y su equivalente referido al biogás	50
Tabla 19.	Generación, recolección y disposición final de residuos sólidos municipales 1999-2002	58
Tabla 20.	Generación de residuos sólidos municipales por composición 1999-2002	58
Tabla 21.	Tasa de crecimiento de los residuos sólidos municipales reciclados 1992-2002	59
Tabla 22.	Oferta interna bruta de energía primaria por origen 1995-2000	59

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Tabla 23.	Superficie por formación vegetal 2000	60
Tabla 24.	Composición en % peso del guarapo	62
Tabla 25.	Propiedades impuestas por Normas Oficiales para diferentes tipos de calidades de alcoholes comerciales en México	63
Tabla 26.	Oxigenantes de la gasolina	67
Tabla 27.	Tabla de rendimiento de gasolina, de una camioneta Nissan 1986 Pick up con motor de cuatro cilindros con carburador	73
Tabla 28.	Clasificación por capacidad de las plantas de biogás	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Plataforma petrolera de PEMEX, en Campeche México	12
Figura 2.	Biomasa natural (algas)	17
Figura 3.	Biomasa energética (caña de azúcar)	17
Figura 4.	Conversión química de la celulosa en la producción de alcohol etílico	21
Figura 5.	Contenedor tipo furgón de ferrocarril	21
Figura 6.	Proceso de la producción de alcohol etílico en una fase	25
Figura 7.	Proceso de la producción de alcohol etílico en dos fases	26
Figura 8.	Variación de las emisiones de CO en relación con las revoluciones por minuto	31
Figura 9.	Variación de las emisiones de CO ₂ en relación con las revoluciones por minuto	31
Figura 10.	Variación de las emisiones de HC en relación con las revoluciones por minuto	31
Figura 11.	Planta de biogás tipo tambor flotante, en Palmeiras Colombia	47
Figura 12.	Planta de biogás tipo globo en Alemania	47
Figura 13.	Planta de biogás en Monterrey, primera planta en México	47
Figura 14.	Digestores típicos	49
Figura 15.	Conversión biológica y química de los R. S. M.	57
Figura 16.	República Mexicana	76
Figura 17.	Ubicación de la Central de Abastos en el D. F. y el lago de Texcoco en el Estado de México	76

ANTECEDENTES

Se conocen como recursos energéticos, al conjunto de medios con los que los países del mundo intentan cubrir sus necesidades de energía; de acuerdo con la historia del hombre, la leña fue el primer medio de energía y el más importante, ya que era muy accesible, porque en muchas partes del mundo crecían grandes bosques.

En la antigüedad se usaban otros medios de energía como el asfalto, carbón, turba de depósitos superficiales y petróleo procedente de filtraciones de yacimientos subterráneos, pero sólo se encontraban en zonas puntuales; la situación cambió en la edad media, cuando la leña se empezó a utilizar para fabricar carbón vegetal, que se empleaba para obtener metales a partir de las menas.

En los comienzos de la Revolución Industrial a medida que se talaban los bosques y disminuía la cantidad de leña disponible, el carbón vegetal se sustituyó en la obtención de metales por el coque procedente del carbón, también se empezó a utilizar para propulsar las máquinas de vapor, y con el tiempo, se convirtió en la fuente de energía dominante a medida que avanzaba la Revolución Industrial. La energía es la base de la civilización industrial; sin ella, la vida moderna dejaría de existir, mientras tanto el mundo seguirá siendo vulnerable a trastornos en el suministro de petróleo, ya que después de la 1ª Guerra Mundial se convirtió en la principal fuente de energía.¹

El petróleo y los productos afines se comenzaron a explotar en cantidades significativas hasta el año de 1880, a partir de esta época, la tasa de crecimiento de explotación del petróleo subió de manera casi exponencial, indicando en 1985, que la energía primaria producida en todo el mundo provenía de un 70 a 80% de los hidrocarburos extraíbles.

Al comparar los recursos mundiales y las cifras de consumo previstas para el futuro, se mostró que la cantidad global de energía que se necesitó solo en el año 2000, equivale al 10% de las reservas mundiales de hidrocarburos, lo que indica que para el año 2030 los hidrocarburos se habrán agotado totalmente.²

Con estos datos se han creado muchas teorías interesantes, pero una de las más renombradas es la Teoría de Olduvai:

“La Teoría de Olduvai se define específicamente como la relación entre la producción mundial de energía y la población mundial, establece que la esperanza de vida de la Civilización Industrial es igual o menor de 100 años: entre 1930 y 2030.”³

La teoría se ha contrastado con datos históricos entre 1920 y 1999, y aunque todas las fuentes de energía son importantes, la Teoría de Olduvai establece que la electricidad es la quinta esencia de la Civilización Industrial. La producción de energía mundial *per capita* se incrementó enormemente entre 1945 y la fecha del cenit o pico máximo, en 1979. Desde entonces hasta 1999, y por primera vez en la Historia, decreció la producción de energía *per cápita* entre 1979 y 1999 a un ritmo de un 0.33% anual (la “pendiente” de Olduvai). Después, entre el 2000 y 2011, según el esquema del mismo autor, la producción de energía *per capita*, se reducirá en un 0.70% anual (el “declive” de Olduvai). Después, en el año 2012 habrá una serie de cortes eléctricos permanentes en todo el mundo, esos cortes, junto con otros factores, provocarán una caída del consumo de energía *per capita*,

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

hasta el 2030 de un 3.32% anual hasta alcanzar el mismo valor que en 1930 (el “precipicio” de Olduvai), concluyendo que “Por definición, la duración de la Civilización Industrial es igual o menor de 100 años.”³

Previsiones moderadas coincidieron en 1980, que si se sigue a este ritmo la extracción del petróleo, probablemente para el año 2030 los yacimientos estarán vacíos.

En la actualidad solo se pueden describir tres tipos de medidas para mejorar la eficiencia energética y su conservación; el primer tipo es el recorte, es decir, prescindir del uso de energía; el segundo tipo es la reforma, que consiste en cambiar los hábitos de vida y la forma de producción de bienes y servicios; y el tercer tipo es el ahorro, e implica el uso más eficiente de la energía para adaptarse a su mayor costo. Esta última alternativa es más fácil de aceptar para los gobiernos y la sociedad en general.

Hacia 1980, mucha gente se había dado cuenta, de que el aumento de la eficiencia energética podía contribuir positivamente al balance mundial de energía a corto plazo, y de que la llamada conservación productiva, debería considerarse una solución adicional, tan importante como las fuentes de energía antes descritas. En la década de 1970 comenzaron a producirse ahorros sustanciales, y parece posible aumentarlos de un 30 a un 40% sin afectar de modo drástico la vida humana; sin embargo, hay numerosos obstáculos, un importante freno para la conservación productiva, es su carácter altamente fragmentado y poco espectacular, ya que exige que cientos de millones de personas tomen acciones como, apagar las luces cuando no las necesitan y mantener el calentador casero en piloto, para prenderlo solo cuando sea necesario; otra barrera ha sido la económica ya que en 1990, el precio de la gasolina en Estados Unidos de América sólo era algo mayor que en 1970, si se tiene en cuenta la inflación, ese precio es tres veces menor que en Europa, y esos precios excesivamente bajos de la energía, hacen que sea difícil de convencer a la población para invertir en eficiencia energética. Un tercer obstáculo es la falta de información y subvenciones, para que los consumidores energéticos realicen inversiones en conservación energética, con el tiempo, las mejoras en la eficiencia se amortizan con creces, pero a corto plazo, exigen inversiones que resultan más difíciles en algunos sectores de la economía que en otros.

Los energéticos como la gasolina, el gas L. P. (Licuado de Petróleo) y gas natural, son limitados, por ejemplo: en México, en el año 2005, se propuso duplicar la importación de gas natural a 3 mil millones anuales de m³, cantidad que corresponde al doble de las importaciones anuales registradas en el año 2004⁴, las cifras antes mencionadas corresponden a las importaciones de gas natural provenientes de Rusia, estas importaciones se le han pedido a este país por ser éste el primer productor de gas natural a nivel mundial.⁵

El ejemplo anterior, muestra una parte de las circunstancias adversas actuales de los recursos energéticos primarios (el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio), por estas razones, se comienza a formar una cultura a nivel nacional de que los energéticos convencionales no renovables son limitados, por lo tanto, se agotarán en algún tiempo, además, provocan un gran impacto ambiental; éstos hechos han generado un creciente interés por el desarrollo de nuevas tecnologías, para la utilización de fuentes de energías renovables alternativas; entre ellas, se encuentran los energéticos alternativos, como son el bioalcohol y biogás.⁶

Recursos no renovables

Son aquellos, cuya velocidad de consumo es mayor que la de su regeneración, por lo tanto puede provocar su agotamiento; como ejemplo de recursos no renovables, se puede nombrar a los combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) y los minerales.

Ya que durante muchos años, se han utilizado recursos no renovables como fuentes de energía, se pensó que la solución al problema del agotamiento de los recursos energéticos fósiles, se encontraba en la energía nuclear, por eso muchos países industrializados, se lanzaron a la carrera de la construcción de centrales nucleares, en 1998 estaban funcionando en el mundo un total de 437 centrales nucleares, y otros 35 reactores estaban en construcción, dieciocho países generaban al menos el 20% de su electricidad a partir de la energía nuclear, de hecho Francia obtiene actualmente el 78% de su electricidad a partir de centrales nucleares, así mismo, al igual que los demás países productores de esta energía, tiene el inconveniente de los altos costos, para el tratamiento de los desechos radioactivos.

Recursos renovables

Son aquellos que tras ser utilizados, se pueden regenerar natural o artificialmente, como el agua, los alimentos o la biomasa; y son recursos que al estar sometidos a ciclos, se mantienen de forma más o menos constante en la naturaleza.

En la era contemporánea, la necesidad de disponer de fuentes de energía aprovechables, se ha convertido en algo imprescindible para el ser humano, basta pensar en el consumo energético que una persona común realiza al día, para darse cuenta de la dependencia existente; por ejemplo, el gas empleado en la calefacción, para calentar agua; la gasolina que mueve los coches, aviones y trenes; la electricidad que, entre otros usos, ilumina las casas, permite que suenen las radios y se vea la televisión...; son fuentes de energía que se emplean en la actualidad y que constituyen uno de los pilares de la civilización, sin ellas no funcionarían los aparatos empleados por el hombre en su vida cotidiana. Esto implica que con la ausencia real de dichos productos, se originaría una crisis energética, que tendría consecuencias catastróficas para la humanidad, hecho que no se va a producir durante al menos, unas décadas; no obstante, la extracción de esta energía es cada vez más costosa, dado que los pozos de carbón y petróleo deben perforarse cada vez más profundos, hecho que dispara los costos de dichos energéticos. En cuanto a las centrales nucleares, dan resultados inferiores a los esperados; además, el costo de purificación del uranio que estas centrales necesitan para trabajar es muy elevado, por eso, los distintos gobiernos del mundo han puesto en marcha a partir de la crisis petrolera de 1973, diversos proyectos de investigación sobre otras fuentes de energía, que puedan resultar rentables cuando el costo de las fuentes tradicionales aumente.¹

Estas nuevas energías son las denominadas alternativas, ya que administradas de forma adecuada, pueden explotarse ilimitadamente, ya que su cantidad disponible no disminuye a medida en que se aprovecha; a pesar de sus ventajas y aún teniendo el potencial para desarrollarlas en México, no se ha trabajado en ellas para su explotación, como ejemplo de éstas energías, se encuentran la solar, eólica, mareomotriz, la biomasa y la hidráulica.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

A continuación, se presentan las propiedades y usos generales de los energéticos alternativos propuestos en éste trabajo, los bioalcoholes (etílico y metílico) y el biogás.

Propiedades del alcohol etílico (etanol)

Líquido incoloro, cristalino, de olor y sabor característico^{1*}, su fórmula condensada es CH₃CH₂OH, es un compuesto orgánico soluble en agua, con un grado GL (Gay-Lussac) no menor a 96 y no mayor a 99.7, en México tiene clasificación de seguridad UN 1170^{2*}, clase de inflamabilidad más baja de 3.3 y más alta de 19.0^{3*}, así mismo, éste líquido es totalmente miscible con la gasolina.

Tabla 1. Propiedades generales del alcohol etílico^{7,8}

Peso molecular	46.5 g/gmol	
Peso específico:		
a 0°C	0.806025 g/ml	
a 15°C	0.7942 g/ml	
a 20°C	0.7894 g/ml	
Índice de refracción	a 20°C	1.3619
Punto de ebullición	78.5°C	
Punto de congelamiento	- 114.7°C	
Presión de vapor:		
a 0°C	12.0 mmHg	
a 20°C	44.0 mmHg	
Calor específico:		
a 0°C	0.548 Kcal/kg°C	
a 20°C	0.615 Kcal/kg°C	
Calor total de ebullición	264.92 Kcal/kg°C	
Densidad	a 20°C	0.78510 g/cm ³
Viscosidad	a 20°C	0.0122 Poises
Calor de fusión	24.9 cal/g	
Calor de combustión	328 Kcal/mol	
Punto de inflamación	18.3°C	
Límite de explosividad en el aire	3.7 – 13.7%	
Temperatura de ignición aparente en el aire	371 – 427°C	
Tensión superficial	22.3 Dinas/cm	

Usos del alcohol etílico

Son muchas las aplicaciones del alcohol etílico en la actualidad; por ejemplo: como producto para la elaboración de productos químicos y farmacéuticos, como disolvente, extractor, anticongelante, en la industria de la perfumería, etc.⁹

El alcohol etílico usado como energético alternativo, se denomina bioalcohol etílico.

1* Certificado de calidad, alcohol etílico rectificado extra fino 97° GL, Empresa SANEGA, México, Mayo de 2005, 1 p.

2* Hoja de emergencia para el transporte de materiales y residuos peligrosos, México, 2005, 1 p.

3* Hojas de seguridad para el manejo de materiales, México, 2005, 4 pp.

Propiedades del alcohol metílico (metanol)

Es el alcohol de molécula más sencilla CH_3OH ¹⁰ y se encuentra en la naturaleza como éster principalmente en los aceites etéreos o ligado con diferentes ácidos; es un líquido incoloro, muy tóxico e inflamable, con una pureza mínima de 99.85%, provoca ceguera con la ingestión de 15ml, e incluso la muerte si se ingieren 30ml¹¹; es miscible totalmente con el agua, la mayoría de los disolventes orgánicos y con la gasolina.

Tabla 2. Propiedades generales del alcohol metílico^{6, 10}

Peso molecular		32.042 g/gmol
Peso específico	a 20°C	0.7889 máximo
Punto de ebullición		64.7°C
Punto de congelamiento		-97.7°C
Presión de vapor	a 20°C	92 mmHg
Calor específico	a 20°C	0.5996 cal/g
Densidad	a 20°C	0.791 g/cm ³
Calor de combustión	a 20°C	170.9 Kcal/mol
Límite de explosividad en el aire		6 –36%
Índice de refracción	a 20°C	1.329
Temperatura de inflamación		15.6°C
Temp. de ignición aparente en el aire		470°C

Usos del alcohol metílico

Se utiliza como disolvente de pinturas, barnices, lacas, en la fabricación de perfumes, colorantes, etc.¹¹; así como para la obtención del etanol desnaturalizado y en mezclas anticongelantes para radiadores de automóviles, por su acción antidetonante sirve como combustible en autos de carreras, cohetes, etc.

El alcohol metílico usado como energético alternativo, se denomina bioalcohol metílico.

Tabla 3. Tabla de miscibilidad de etanol, metanol, gasolina y diesel

Pruebas realizadas a 22 °C y 0.77 atmósferas y en % vol.

MEZCLA DE ENERGÉTICOS				
Gasolina / Etanol (Porcentaje)	Gasolina / Metanol (Porcentaje)	Metanol / Etanol (Porcentaje)	Diesel / Etanol (Porcentaje)	Diesel / Metanol (Porcentaje)
10/90 *	10/90 *	10/90 *	10/90 **	10/90 **
20/80 *	20/80 *	20/80 *	20/80 **	20/80 **
30/70 *	30/70 *	30/70 *	30/70 **	30/70 **
40/60 *	40/60 *	40/60 *	40/60 **	40/60 **
50/50 *	50/50 *	50/50 *	50/50 **	50/50 **
60/40 *	60/40 *	60/40 *	60/40 **	60/40 **
70/30 *	70/30 *	70/30 *	70/30 **	70/30 **
80/20 *	80/20 *	80/20 *	80/20 **	80/20 **
90/10 *	90/10 *	90/10 *	90/10 **	90/10 **

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Es totalmente miscible *
No es miscible **

Biogás:

El biogás es una mezcla de gases, compuesta principalmente por los mencionados en la siguiente tabla:

Tabla 4. Gases componentes del biogás^{12, 13, 14}

COMPUESTO	FÓRMULA	% VOL.
Metano	CH ₄	55 – 75
Dióxido de carbono	CO ₂	27 – 40
Nitrógeno	N ₂	0.5 – 3
Hidrógeno	H ₂	0.1 – 1
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0.1 – 1
Monóxido de Carbono	CO	0.1 – 1
Oxígeno	O ₂	0.1 – 1
Agua	H ₂ O	Trazas

Propiedades del biogás

Como un gas puro sus propiedades son dependientes de la presión y temperatura, al igual que son afectadas por el contenido de humedad.

Los factores de mayor interés son:

Cambio en el contenido de vapor-agua como una función de temperatura y presión; el valor calórico es de alrededor de 6 Kwh/m³ (aproximadamente equivalente a medio litro de diesel), el valor calórico neto depende de la eficiencia de los quemadores o aparatos, cuando se mezcla biogás con aire en una relación de 1:20 se forma un gas altamente explosivo.¹⁵

La composición del biogás, depende del tipo de desecho utilizado y las condiciones en que se produce; en la tabla 4 se muestra la composición promedio del biogás, de los gases mencionados en dicha tabla el más importante y que se utiliza como energético alternativo es el metano, por lo que en la siguiente tabla se presentan sus propiedades generales.

Tabla 5. Propiedades generales del metano¹⁶

Calor de formación a 25°C	-17.889 Kcal/mol
Punto de fusión	-183°C
Punto de ebullición	-162°C
Poder calorífico	8630 Kcal

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Calor de vaporización	121.87 cal/g
Calor de fusión	14.03 cal/g
Peso molecular	16.04 g/mol

Usos del biogás

Principalmente contribuye a la generación eléctrica y mecánica, puede ser usado para fines domésticos ó industriales; contribuye a la generación de vapor, para iluminación, para calderas de calefacción de edificios de tamaño medio, hornos industriales, en estufas, etc.; y en la producción de éste energético, se obtiene como subproducto un lodo con alto valor fertilizante.¹⁷

JUSTIFICACIÓN

Los recursos energéticos que se utilizan actualmente, como el carbón, el petróleo, el gas natural y el uranio son limitados, por lo tanto, pueden agotarse en un futuro cercano ya que todos son energéticos no renovables, además, su utilización provoca un gran impacto ambiental en la biosfera al contaminar el aire, el agua y el suelo, con las emisiones resultantes de su combustión; estos hechos han generado un creciente interés por el desarrollo de nuevas tecnologías, para la utilización de fuentes de energías alternativas renovables.

En un principio, la generación de energía a través del sol, brindó muy buenos resultados, pero con un gran inconveniente, a pesar de que el sol es la fuente principal de energía natural, presenta la interrupción diaria de su emisión (en las noches), por lo que las celdas de acumulación para energía solar son costosas y refleja un aumento considerable, en el precio final de esta energía al consumidor. Por éste inconveniente, se pensó en usar la energía solar transformada en materia orgánica (biomasa), esta energía se puede recuperar tanto por combustión directa como transformando la materia orgánica en bioenergéticos alternativos renovables.

- ¿Porqué utilizar energías renovables?
 - Por dar solución a los problemas de cambio climático.
 - Diversificación del mercado energético.
 - Oportunidad de posicionarse estratégicamente, en el mercado de una nueva industria energética.
- Ventajas de las energías renovables:
 - Debido a su carácter sustentable son capaces de preservar las fuentes.
 - Garantizan la seguridad y diversidad del suministro energético.
 - Proveen servicios de energía virtualmente sin impacto ambiental, contribuyendo a la protección del ecosistema de las generaciones presentes y futuras.
 - En los últimos años se ha percibido una clara tendencia, hacia la baja de los costos en los equipos de energías renovables.
 - Su tecnología en forma natural es de tipo modular, lo que permite ir desarrollando la infraestructura en forma gradual y conforme a los requerimientos del mercado.¹⁸

A continuación, se presenta una tabla donde se muestra la posición de México, con respecto a la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) en el año de 1985.

Tabla 6. Producción y consumo de petróleo en 1985⁶

PAÍS	PRODUCCIÓN	%*	CONSUMO	%*	CONSUMO/PRODUCCIÓN
MÉXICO	2.63	4.62	1.20	2.05	0.46
OPEP	17.22	30.23	14.10	24.11	0.82

*Porcentajes respecto a los 57.0 millones de barriles extraídos mundialmente en 1985.

En ese año el % de consumo de EUA era del 25.34% y de la OPEP el 24.11%, por ser en el mundo las cifras más significativas en el consumo del petróleo, tienen a la fecha gran influencia en la fijación de los precios del petróleo crudo.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

En la siguiente tabla, se muestra que en el año 2004 solo quedaban reservas para 30 años aproximadamente, lo que señala la importancia de la implementación de nuevos procesos en México, para producir energéticos alternativos y poder alargar la vida de las reservas actuales de hidrocarburos, así mismo, a parte de obtener nuevas energías alternas, en un futuro posterior a la implementación, se podría aumentar la capacidad energética del País, para volverlo uno más competitivo a nivel mundial.

Actualmente la principal fuente de energía primaria es el petróleo, por lo que se espera que para los próximos 30 años también lo siga siendo, si no se fomentan las energías alternativas.

Tabla 7. Reservas mexicanas de hidrocarburos¹⁹

PERIODO	TOTAL mmbpce a/	PETRÓLEO CRUDO mmb	CONDENSADOS mmb b/	GAS SECO mmbpce	RELACIÓN Reservas/Producción años
1980	45,803	30,616	2,944	12,243	58
1981	60,126	44,161	3,063	12,902	59
1982	72,008	48,084	8,914	15,010	60
1983	72,008	48,084	8,914	15,010	52
1984	72,500	49,911	7,185	15,404	54
1985	71,750	49,260	7,150	15,340	54
1986	70,900	48,612	6,981	15,307	54
1987	70,000	48,041	6,839	15,120	55
1988	69,000	47,176	6,934	14,890	52
1989	67,600	46,191	6,821	14,588	54
1990	66,450	45,250	6,733	14,467	53
1991	65,500	44,560	6,738	14,202	52
1992	65,000	44,292	6,633	14,075	50
1993	65,050	44,439	6,786	13,825	50
1994	64,516	44,043	6,733	13,740	49
1995	63,220	43,127	6,648	13,445	48
1996	62,058	42,146	6,650	13,262	48
1997	60,900	42,072	6,400	12,428	43
1998	56,505	39,841	5,966	10,698	39
1999	57,741	41,064	5,875	10,803	39
2000	58,204	41,495	6,036	10,673	41
2001	56,154	39,918	5,574	10,662	38
2002	52,951	38,286	4,927	9,738	35
2003 c	50,032	36,266	4,384	9,382	33
2004	48,041	34,389	4,229	9,423	30

mmbpce: millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

mmb: millones de barriles.

a/ Información de principios de cada año. A partir del primero de enero de 1998, las reservas totales se expresan de acuerdo con definiciones, métodos y procedimientos aceptados por la industria petrolera internacional e incluyen las reservas probadas, probables y posibles. Por lo tanto, a partir de ese año las cifras no son comparables con las de años anteriores.

b/ Incluye a los líquidos de las plantas en proceso.

c/ A partir de este año se utiliza para la evaluación de las reservas la metodología de la Securities and Exchange Comisión (SEC).

Las cifras de la tabla anterior, muestran la importancia de crear energías renovables alternativas a corto plazo, ya que según las estadísticas sólo faltan 28 años para que se agoten las reservas totales de hidrocarburos, y en

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

México por consecuencia, se comience una crisis catastrófica por falta de hidrocarburos, si no se cuenta con las energías alternativas necesarias antes de este plazo.

Estas cifras están basadas en las reservas extraíbles con la tecnología actual en el País, cabe mencionar que las reservas totales al 1° de enero del 2005, fueron de 47,310 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, lo que indica que se presentó una caída del 1.6% en las reservas, con relación a enero del 2004.²⁰ También es preciso decir que en México, ya se trabaja en la tecnología para la extracción de los hidrocarburos que se encuentran en las reservas profundas, reservas que ya se contemplan en estas estadísticas.

A nivel mundial, se realizan experimentaciones sobre energías alternativas a futuro, como el hidrógeno y la antimateria; así en la Universidad de Minnesota, se ha logrado producir hidrógeno a partir de alcohol etílico, obtenido en un reactor prototipo de 60 cm de altura, este hidrógeno en un futuro se puede ocupar para alimentar una pila de combustible, que genere electricidad para ser utilizada en viviendas y automóviles.²¹

La antimateria es otro energético, que se genera en el CERN (Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) con sede en Ginebra; la antimateria es idéntica a la materia, sólo que sus partículas tienen la carga eléctrica opuesta a las que se encuentran en la materia normal, su energía proviene de las colisiones de materia con antimateria, ya que la reacción de 1 kg de antimateria con 1 kg de materia produciría $1.8 \cdot 10^{17}$ J de energía (según la ecuación $E=MC^2$), en contraste, quemar un kilogramo de petróleo produce $4.2 \cdot 10^7$ J, y la fusión nuclear de un kilogramo de hidrógeno produce $2.6 \cdot 10^{15}$ J,²² también cabe señalar que como la antimateria libera una energía del cien por cien, a comparación de la fisión nuclear, que tiene una eficacia del uno y medio por cien, una gota de antimateria podría proporcionar energía eléctrica a la ciudad de Nueva York, durante un día y no generaría contaminación ni radiación, pero la antimateria tiene un gran inconveniente, que es muy inestable y al entrar en contacto con el aire estalla.²³

Dadas las perspectivas experimentales a nivel mundial, sobre la energía que puede proveer en un futuro el hidrógeno y la antimateria, en México se puede pensar, que un buen comienzo en esta carrera y el primer paso a dar para iniciar un curso de previsión energética a futuro, sería la implementación de bioalcohol y biogás, hecho que proveería una gran experiencia práctica y científica, para la experimentación e implementación a futuro de reactores a base de alcohol etílico para producir hidrógeno, y que posteriormente, la antimateria podría ser el tercer paso a futuro para la evolución de la energía en México; pero antes que nada hay que comenzar a trabajar en el primer paso, que es el uso de alcohol etílico, metílico y biogás como energías alternas en México.

Cabe mencionar, que si México promoviera el bioalcohol y biogás como energéticos alternativos, podría ratificar el Protocolo de Kioto y así México, tendría el apoyo técnico-científico de otros países que promueven los energéticos alternativos, tal Protocolo establece un MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio) por medio del cual se podrían emprender proyectos que:

- Eviten emisiones de gases de invernadero (por medio de energías renovables, medidas de eficiencia energética, cambio de combustibles y otros) ó
- Capturen carbono (por medio de la fotosíntesis en el sector forestal).

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Con la implementación de los bioenergéticos alternativos, México únicamente requeriría designar una autoridad nacional, para poder participar en proyectos del MDL.²⁴

Con la posible implementación de los energéticos alternativos en México, se podría contribuir a la mejora ambiental, ya que la problemática ambiental ha llegado a tal grado, que resulta inminente su solución inmediata, antes de que los daños al ambiente sean completamente irreversibles ó que la ciencia y la tecnología con que actualmente dispone el hombre, sean herramientas insuficientes, para evitar un daño ecológico de mayores dimensiones.

INTRODUCCIÓN

En México, la explosión demográfica y la creciente expansión tecnológica, se han conjugado para dar origen a una crisis energética futura, ya que el excesivo gasto de energéticos como el gas, la gasolina y el diesel, ha consumido una gran parte de las reservas de hidrocarburos, lo que puede llevar al país a tan solo 28 años, para que se terminen estas reservas extraíbles.¹⁹

Figura 1. Plataforma petrolera de PEMEX, en Campeche México



Analizando este panorama energético tan preocupante para la población mexicana, se puso en marcha este trabajo; el cual propone la creación de dos energéticos alternativos (denominados bioenergéticos, ya que por definición, bioenergético es cualquier combustible sólido, líquido o gaseoso producido a partir de la biomasa)¹, producidos a partir de un mismo grupo de materia prima, denominado “biomasa”, la cual se puede obtener a partir de dos orígenes diferentes, por medio del cultivo de la biomasa energética, como el trigo, el maíz o la caña y por medio de los R. S. M. (residuos sólidos municipales) separando la celulosa de los desechos orgánicos; las dos fuentes de obtención son muy importantes, ya que mientras en el cultivo se cosecha para en un futuro obtener la biomasa, a través de la separación de los R. S. M. se obtiene la biomasa a corto plazo y con una ventaja muy sobresaliente e importante, la de aprovechar todos los residuos orgánicos que de ninguna forma se les da algún tratamiento y que contaminan de una manera indiscriminada.

Por otra parte, el creciente aumento en el precio mundial del petróleo y los combustibles, ha producido un profundo efecto sobre las políticas energéticas de las naciones, y en los países ricos, tal hecho ha provocado un desarrollo desbordante en la explotación de reservas de fuentes de energía barata, así mismo la repercusión en los países pobres, representa un incremento en la crítica situación, originando que la brecha entre las necesidades reales de una comunidad y la posibilidad de satisfacerlas, se incremente a futuro aun más.

Por tal motivo, existe una urgente necesidad de encontrar y desarrollar tecnologías de bajo costo, mediante el uso inteligente de los recursos locales, para así ayudar a resolver el problema que México y su población afrontará en

un futuro con el suministro de energía; por estos factores, este trabajo propone dos energéticos alternativos renovables.

Las plantas generadoras de biogás, son un mecanismo ecológicamente puro para obtener energía, que provee un combustible limpio y eficientemente aplicable, que presenta una combustión exenta de humos, además como subproducto, se obtiene un fertilizante no patógeno rico en material orgánico, humus, nitrógeno, fósforo y potasio.

La producción de alcohol con fines energéticos, incrementa las opciones de combustibles y ofrece emisiones ligeras, gracias a una combustión con menos contaminantes para el ambiente.

En México se comienza a tener una mayor conciencia del potencial que ofrece el aprovechamiento de residuos, principalmente urbanos; dados los volúmenes que se manejan en las grandes ciudades del País; cabe mencionar que estos residuos y los desechos de animales, desde hace tiempo se han venido utilizando en instalaciones a nivel de prototipo en el IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas) y en el Instituto de Ingeniería de la UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México).¹⁸

A continuación, se presenta una breve reseña de los cuatro capítulos, que componen este trabajo:

En el capítulo primero, se plantea lo que es la biomasa y los tipos en que se divide esta, a partir de esta división se indica la biomasa que puede ser más aprovechable, como materia prima para la producción de bioalcohol y biogás. Posteriormente se mencionan los beneficios e inconvenientes medioambientales, que presenta la utilización de la biomasa con fines energéticos, así como la forma de aprovecharla y los pretratamientos adecuados que se le deben realizar de acuerdo a su procedencia, para obtener su mejor aprovechamiento.

En el segundo capítulo, se definen los bioalcoholes; el bioalcohol etílico y el bioalcohol metílico, en el caso del bioalcohol etílico, se presenta una clasificación de los diferentes tipos de materias primas con que se puede producir y los diferentes procesos generales de producción, de acuerdo a cada tipo de materia prima, haciendo hincapié en los procesos que utilizan la biomasa como materia prima; posteriormente se indican los dos tipos de producción por fermentación, así como las bacterias que intervienen en los procesos y los mecanismos de reacción, consecutivamente se muestran los beneficios e inconvenientes, que el bioalcohol etílico presentaría como sustituto de la gasolina en México y algunas experiencias sobre el uso, investigación e implementación de este bioalcohol a nivel mundial.

En el caso del bioalcohol metílico, se muestran los procesos de producción, sus ventajas y desventajas en comparación con la gasolina, así mismo se indican los beneficios e inconvenientes, que el bioalcohol metílico presentaría como aditivo de la gasolina en México y algunas experiencias sobre el uso, investigación e implementación de este bioalcohol a nivel mundial.

En el caso del biogás, se expone el proceso general de producción por la digestión anaerobia, las etapas en que se divide el proceso, así como los factores que lo limitan y los parámetros de operación adecuados, para obtener una mayor producción y calidad de biogás en el menor tiempo posible; posteriormente se indican las técnicas adecuadas de purificación del biogás para su aprovechamiento, los productos secundarios generados durante el proceso y sus ventajas de utilización, así como los diferentes tipos de plantas existentes, su clasificación por

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

aparición y modo de operación, posteriormente se exponen los beneficios e inconvenientes que puede presentar el biogás como sustituto del gas L. P. y natural en México.

En el tercer capítulo, se muestra el marco legal e institucional del sector energético, un análisis de cómo influye este sector sobre los energéticos alternativos, la política ambiental y posteriormente se presenta un análisis de factibilidad de la generación de los energéticos alternativos en México, de acuerdo a la biomasa generada diariamente, así como de la disponible en los rellenos sanitarios y las tierras de cultivo aprovechables.

En el cuarto capítulo, se muestra en general la producción e implementación de los bioenergéticos en México, en el caso del bioalcohol etílico como ya se produce en México, se plantean las propiedades específicas que necesita el alcohol etílico, para utilizarse en mezclas o como sustituto de la gasolina de acuerdo a las normas oficiales mexicanas de los diferentes alcoholes, posteriormente se muestra un análisis de lo que se ha hecho hasta el momento en México para la implementación y las implicaciones económicas que conllevaría el aumento de la producción nacional de alcohol etílico y metílico para el fin que se pretende con la implementación en México; para el caso del biogás, ya que este no se produce como tal en el país, se plantea la ubicación de las dos primeras posibles plantas, así como las implicaciones económicas para la implementación y las materias primas más comunes disponibles para su generación. Posteriormente para cerrar el trabajo se presenta una propuesta para la cogeneración de energía con la implementación de los bioenergéticos en México.

OBJETIVO GENERAL

En el presente trabajo, se recopila, selecciona y procesa información de publicaciones científicas de nivel mundial, sobre la producción de dos energéticos alternativos, denominados biogás y bioalcoholes, así mismo, se plantea su posible implementación en México.

Para lograr este objetivo general, se presentan los siguientes objetivos particulares:

1. Plantear los beneficios e inconvenientes del uso y generación de los energéticos alternativos, a partir de recursos renovables.
2. Describir la materia prima, la procedencia y sus pretratamientos adecuados, para su utilización en la producción de los energéticos alternativos.
3. Describir los bioalcoholes y el biogás como energéticos alternativos, sus procesos de producción, así como las ventajas y desventajas que presentarían como sustitutos de los energéticos convencionales en México, con su posible implementación.
4. Describir el marco legal de los energéticos en México, la política ambiental en México y realizar un análisis de la factibilidad de los bioenergéticos alternativos en México.
5. Plantear las implicaciones que se presentarían con la posible implementación de los bioenergéticos alternativos en México.

1.1 Biomasa como materia prima

La biomasa es toda sustancia orgánica renovable de origen vegetal; su utilidad, proviene de la energía que almacenan los vegetales por el proceso fotosintético y acumulada en los enlaces de las moléculas orgánicas que forman su biomasa, esta energía se libera al romper los enlaces de los compuestos orgánicos en el proceso de combustión.²⁵

Los vegetales al realizar la fotosíntesis, utilizan la energía del sol para formar sustancias orgánicas, después los animales incorporan y transforman esa energía al alimentarse de las plantas, y los productos de dicha transformación que se consideran residuos, pueden ser utilizados como recurso energético.

De todas las energías renovables actuales, la biomasa es la que participa en mayor proporción en el balance energético; a nivel mundial la energía obtenida a partir de la biomasa a partir del año 2002, representó el 14.6% de la energía total consumida; así en Europa en el año 2005, Francia fue el País que mayor cantidad de biomasa consumió y aprovechó como energético (más de 9 millones de tep [toneladas equivalentes de petróleo]), seguido de Suecia, y España ocupó el cuarto lugar dentro de esta lista con 3.6 millones de tep. La cuantificación del recurso de la biomasa es una tarea complicada y en México no existen datos precisos, salvo las estadísticas que presenta anualmente el balance nacional de energía, en el que se consignan las cantidades consumidas de leña y bagazo de caña.

En México se estima que el consumo anual de los particulares, es de 87,820 TJ (Tera Joules) de bagazo de caña y 247,400 TJ de leña, lo cual da un total de 335,220 TJ.¹⁸

1.1.1 Tipos de biomasa

Existen diferentes tipos o fuentes de biomasa que pueden ser utilizados para la producción de energía, una de las clasificaciones más aceptada es la siguiente:

- Biomasa natural: es la que se produce espontáneamente en la naturaleza, sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales de un bosque, constituyen un ejemplo de éste tipo.
- Biomasa residual seca: se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas, en las forestales, en los procesos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera que son considerados residuos. Este es el grupo que en la actualidad presenta un mayor interés, desde el punto de vista del aprovechamiento industrial. Algunos ejemplos de este tipo de biomasa, son la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, el aserrín, etc.
- Biomasa residual húmeda: son los vertidos denominados biodegradables: las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente purines).
- Biomasa energética o biocarburante: aunque su origen se encuentra en la transformación tanto de la biomasa residual húmeda (por ejemplo reciclado de aceites), como de la biomasa residual seca rica en azúcares (trigo, maíz, etc.), estos cultivos son realizados, con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Algunos ejemplos son el cardo, el girasol, el miscanto, etc.

Cabe mencionar que toda la biomasa se puede aprovechar para la generación de los bioenergéticos, pero la biomasa energética se presume como la más indicada para la producción de los bioenergéticos.

Figura 2. Biomasa natural
(algas)



Figura 3. Biomasa energética
(caña de azúcar)



1.1.2 Beneficios de la utilización de la biomasa con fines bioenergéticos

- I. Disminución de las emisiones de CO₂.
- II. Aunque para el aprovechamiento energético de esta fuente renovable, se tenga que proceder a una combustión, el resultado de la misma es agua y CO₂, la cantidad de éste gas causante del efecto invernadero, se puede considerar que es la misma cantidad, que fue captada por las plantas durante su crecimiento, es decir, que no supone un incremento de éste gas a la atmósfera.
- III. No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados.
- IV. Si se utilizan residuos de otras actividades de la biomasa, se traduce en un reciclaje y disminución de residuos; se canalizan, por lo tanto, los excedentes agrícolas alimentarios, permitiendo el aprovechamiento de las tierras de retirada.
- V. Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos excedentarios en el mercado de alimentos, esto puede ofrecer una nueva oportunidad al sector agrícola.
- VI. Permite la introducción de cultivos de gran valor rotacional, frente a monocultivos cerealistas.
- VII. Puede provocar un aumento económico en el medio rural.
- VIII. Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.

Dadas las ventajas de la utilización de la biomasa con fines bioenergéticos en la actualidad, la tecnología aplicada a la biomasa está sufriendo un gran desarrollo; por eso la investigación se está centrando en los siguientes puntos a nivel mundial:

- 1) En el aumento del rendimiento energético de este recurso.
- 2) En minimizar los efectos negativos ambientales de los residuos aprovechados y de las propias aplicaciones.
- 3) En aumentar la competitividad en el mercado de los productos.
- 4) En posibilitar nuevas aplicaciones de gran interés para los biocombustibles.

1.1.3 Inconvenientes de la utilización de la biomasa con fines bioenergéticos

- I. En un principio, su producción tiene un mayor costo frente a la energía que proviene de los combustibles fósiles.
- II. Presenta menor rendimiento energético que los combustibles fósiles.
- III. Su producción puede ser estacional.
- IV. La materia prima es de baja densidad energética, lo que quiere decir que ocupa mucho volumen, por lo tanto, puede tener mayores costos de transportación y almacenamiento.
- V. En algunos casos, los equipos necesitan reacondicionamiento para su utilización con bioenergéticos.²⁶

1.1.4 Formas de aprovechamiento de la biomasa

El aprovechamiento de la biomasa como energético, puede ser a través de dos formas:

- 1) La combustión directa, comúnmente conocida como el proceso con que se aprovecha el poder calorífico de la biomasa.
- 2) Los procesos biológicos, por ejemplo, la producción de alcohol a partir de la fermentación de productos celulósicos como la caña.

La energía de la biomasa, es aquella que se obtiene de la vegetación, cultivos acuáticos, residuos forestales, agrícolas, urbanos, desechos animales, etc., así mismo como los R. S. M. están constituidos en gran proporción por componentes celulósicos, y como anteriormente se ha mencionado en éste trabajo, se propone la producción de bioalcohol y biogás a partir de los R. S. M., a continuación se menciona la celulosa y los pretratamientos adecuados, para su utilización como materia prima en la producción de energéticos alternativos.

1.2 Celulosa

La celulosa es un hidrato de carbono complejo, esta es el componente principal de la pared de todas las células vegetales. En las plantas, la celulosa suele aparecer combinada con sustancias leñosas, grasas o gomosas y salvo en algunos insectos, ningún animal tiene en los tejidos verdadera celulosa.¹

1.2.1 Residuos celulósicos

Actualmente en los países desarrollados, se están usando granos con gran contenido de almidón, como principal fuente de alimento humano y de ganado, cerdos y aves de corral, lo que indica que los residuos vegetales de naturaleza lignocelulósica tales como el bagazo de caña, la paja de los cereales (granos), semillas de oleaginosas, son muy abundantes y con la tecnología actual, hasta cierto punto son fácilmente utilizables.²⁷

Genéricamente las fuentes de biomasa se pueden clasificar como:

- 1) Primarias (recursos forestales).
- 2) Secundarias (básicamente los residuos como aserrín, residuos de las hojas de los árboles, los agrícolas, pajas, rastrojos y los urbanos).

Así mismo, los residuos se pueden clasificar según su origen en:

- A. Agrícolas, por ejemplo: bagazo, paja, olote, hojas.
- B. Desperdicios de procesamiento de alimentos, por ejemplo: cáscara de frutas, vegetales, pulpa.
- C. Desperdicios de madera, por ejemplo: aserrín, astillas, corteza.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

D. Desperdicios urbanos, por ejemplo: basura, papel.

Siendo de los residuos su composición principal la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, con pequeñas cantidades de resinas, gamas, proteínas, grasas y minerales, se deben considerar cuatro puntos para la selección, en el trato de fermentación:

1. Disponibilidad en cantidad y tiempo.
2. Localización.
3. Usos alternativos.
4. Características físicas y químicas.

La celulosa nativa se encuentra en combinación con hemicelulosa y lignina, normalmente es invulnerable al ataque microbiano, así los residuos lignocelulósicos, requieren un pretratamiento previo a la fermentación.

Algunos de los efectos deseables del pretratamiento son: incrementar el volumen, el área superficial y la celulosa amorfa, así como disminuir la cristalinidad, el grado de polimerización y el tamaño de partícula de la celulosa; algunos de los pretratamientos pueden realizarse por hidrólisis ácida, alcalina ó enzimática.²⁸

A continuación, se mencionan algunos ejemplos de los residuos que se usan en algunos países, para la producción de energéticos alternativos:

- El aceite de palma, se utiliza en algunas partes de Colombia para producir biogás.
- Los residuos lignocelulósicos provenientes del cultivo, se utilizan en algunas partes de California (EUA), Sudan, Venezuela, etc., para producir biogás.
- Los residuos lignocelulósicos provenientes de las aguas residuales, se utilizan en algunas partes de Argentina, Barcelona (España), India, Santiago de Cuba (Cuba), etc., para producir biogás.
- Los residuos lignocelulósicos provenientes de los R. S. M., se utilizan en algunas partes de Alemania, España, Francia, India, Irlanda, EUA, etc., para producir biogás.
- Los residuos de la caña, se utilizan en algunas partes de Brasil, España, Hungría, México, Londres (Inglaterra), etc., para producir bioalcohol etílico, por ejemplo en Brasil se autorizó la construcción de 5 nuevas plantas, para la generación de energía eléctrica partir del bagazo de la caña de azúcar en el año 2003, por lo que se autorizó la generación independiente de electricidad por 30 años, a partir de energías renovables.
- Los granos, se utilizan en algunas partes de Alemania, Hungría, Nueva Zelanda, EUA, etc., para producir bioalcohol etílico.
- Los residuos lignocelulósicos provenientes de los R. S. M., se utilizan en algunas partes de Nueva Zelanda, Viena (Austria), etc., para producir bioalcohol etílico.

Tabla 8. Composición de diferentes materias primas en % de peso seco²⁹

COMPONENTE	BAGAZO	PAJA DE TRIGO	MADERA	PAPEL
Celulosa	26	34	44 - 50	75

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Hemicelulosa	25	25	20 - 26	
Lignina	20	13	7 - 12	10
Sílica, grasas, cera y cenizas	9	28	balance	15

1.2.2 Pretratamientos de la celulosa

En España, India y Lituania, al igual que en otros países del mundo, los pretratamientos que se realizan a la celulosa, se efectúan por diferentes métodos, ya que la producción de los bioenergéticos dice Romualdas “depende en gran parte del material procesado”³⁰, estos métodos de pretratamiento se pueden clasificar de la siguiente forma:³¹

1. Métodos físicos:

- a) Molienda: Se realiza con el fin de disminuir el tamaño de partícula y aumentar el área superficial.
- b) Tratamientos térmicos: Utilizando vapor, calentamiento, calentamiento a presión alta o calentamiento y descompresión.

2. Métodos químicos:

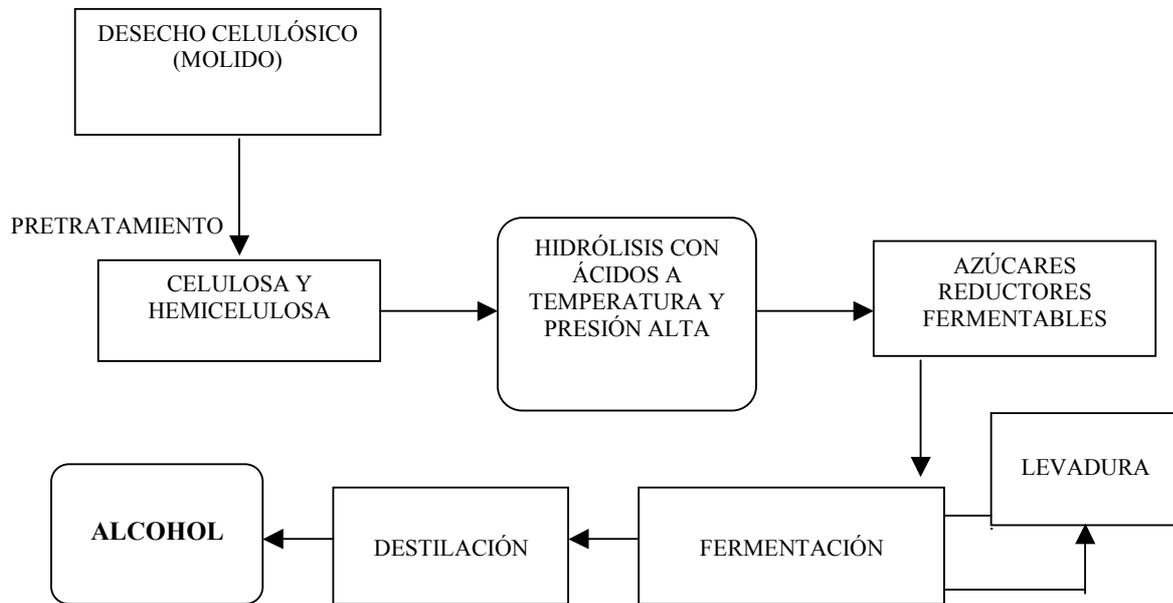
- a) Con ácidos (sulfúrico, peracético, etc.): Indica Ballesteros³², que el ácido sulfúrico al 0.5%, con un pH de 3 ó 4, a presión y temperaturas altas que van de los 120 a 150°C por períodos óptimos de tiempo de 3 a 6 minutos, remueven la hemicelulosa; el grado de polimerización permite un cambio en la estructura cristalina de la celulosa, obteniendo un filtrado que contiene 6% en p/v de azúcares solubles. Este método a dado muy buenos resultados en el pretratamiento de tubérculos de alcachofa, para la producción de bioalcohol etílico en Madrid (España).
- b) Con álcalis: El tratamiento alcalino, con solución de hidróxido de sodio al 1 ó 2% p/v y a temperatura ambiente por 24 horas, remueve casi toda la hemicelulosa, además de una proporción de lignina.

3) Métodos microbiológicos:

Por medio de la acción de enzimas microbianas, se producen azúcares simples como la glucosa a partir de la celulosa. El proceso consiste en la producción de celulosa, su purificación y su aplicación a los residuos celulósicos.

Otros pretratamientos se pueden realizar por combinación de los métodos anteriores.

Figura 4. Conversión química de la celulosa en la producción de alcohol etílico²⁹



2.1 “Bioalcohol etílico”

Este se considera un bioalcohol, ya que se produce a partir de la biomasa; por sus propiedades similares a las de la gasolina, es considerado un energético alternativo.

Figura 5. Contenedor tipo furgón de ferrocarril
(Forma en que se transporta el alcohol etílico de un País a otro)



2.1.1 Producción

La producción de alcohol etílico, se realiza a partir de diferentes materias primas pretratadas para su utilización³³, y se pueden clasificar de la siguiente forma:

- a) Materias sacaroideas, constituidas por las melazas, azúcares de caña, remolacha y jugos de frutas.
- b) Materias amiláceas, que contienen almidón y que comprenden los cereales (maíz, malta, cebada, trigo, etc.), al igual que las papas y la yuca.

En India, se ha experimentado la producción de alcohol etílico con la tecnología de fermentación a gravedad muy alta (VHG), la cual a otorgando muy buenos resultados; este proceso consiste en la adición de harina de mijo al proceso, para procurar un aumento de la fermentación de los azúcares en un 50 a 87.5%; el proceso se indica por lotes y a una temperatura máxima de 30°C con la bacteria *Saccharomyces Cerevisiae*, Reddy³⁴ indica que esta tecnología reduce los efluentes y el gasto de energía en el proceso, sin embargo, si no se manejan adecuadamente los parámetros de operación, se puede reducir la producción de alcohol etílico en lugar de propiciarla. Cabe señalar que se experimentó con el mijo, por que este es un alimento básico en extensas zonas de Asia y África occidental, así mismo el mijo medra en suelos más pobres que muchos otros cereales y la estación de maduración es relativamente corta (60 a 80 días).

- c) Materias celulósicas como la madera, rastrojos, pajas, residuos de fabricación de la madera y otros residuos celulósicos agrícolas.³⁵
- d) Materias petroquímicas como el etileno proveniente del gas natural.³⁶

Con las clases a, b y c de materias primas, se produce el bioalcohol por fermentación de azúcares con levadura. Las materias primas de la primera clase fermentan directamente; la segunda clase consta de hidratos de carbono complejos, como el almidón, que primero debe ser convertido en azúcares fermentables, mediante la acción de enzimas empleando la malta o por medio de mohos ó ácidos minerales; en la tercera clase las sustancias celulósicas son convertidas en azúcares fermentables, por hidrólisis en ácidos inorgánicos; y con la cuarta clase de materias primas los procedimientos son del todo diferentes y no se utilizan microorganismos.

De acuerdo al tipo de materia prima a utilizar se emplea diferente proceso de producción; cabe mencionar que este trabajo esta enfocado al proceso biológico por fermentación, ya que en general existen dos procesos de producción:

- 1) Proceso químico: En el que se utiliza el acetileno como materia prima y por medio de un proceso químico se convierte, a temperatura elevada, en alcohol etílico mediante la adición de agua en presencia de ciertos catalizadores.
- 2) Proceso biológico: Proceso por fermentación, que se caracteriza por la descomposición de carbohidratos, provocada por enzimas segregadas por diferentes microorganismos como las levaduras, obteniendo así alcohol etílico como producto principal de la fermentación.³⁷

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Tabla 9. Microorganismos productores de alcohol etílico, a partir de varios sustratos³¹

SUSTRATO	MICROORGANISMO QUE ACTÚA	COMPUESTOS FORMADOS	% PRODUCCIÓN DE ETANOL PRÁCTICO
Melazas (sacarosa), granos (almidón), jugo de caña, papas.	Saccharomyces Cerevisiae, S. Anamensis, Schizosaccharomyces Pombe	EtOH, CO ₂	90 – 98
Maltosa y aminoácidos	Saccharomyces Cerevisiae, S. Anamensis, Schizosaccharomyces Pombe	EtOH, alcohol amílico, isoamílico y propílico	78 - 92
Maltosa , fructuosa, glucosa	Saccharomyces Ellipsoideus, Zymomonas Mobilis	EtOH, CO ₂	90 – 98
Suero de leche	Candida Pseudotropicalis	EtOH, CO ₂	84 - 94
Lejía sulfítica y azúcares de madera	S. Cerevisiae	EtOH, CO ₂	39 – 47
Glucosa, almidón	Sarcina Venticuli	EtOH, CO ₂ , ác. acético y fórmico	43 – 44
Glucosa (agave)	Pseudomona Lidneri	EtOH, CO ₂ , ác. láctico	41 – 44
Pentosas, pectina, almidón, glucógeno	B. Macerans B. Polymyxa B. Acetoethylicum	EtOH, CO ₂ , acetona, ác. acético	22.5 – 31.2
Celulosa	Cl. Thermocellum	EtOH, ác. acético	35
Glucosa	Cl. Kluyveri Cl. Themosaccharolyticum Cl. Ethylucum	EtOH, ác. acético EtOH, ác. acético y láctico EtOH, CO ₂ , H ₂	26
Xilosa, glucosa	Fusarium Lini	EtOH, CO ₂ , acetato	
Glucosa	Lactobacillus Plantarum Leuconostoc Mesenteroides	EtOH, CO ₂ , lactato	
Glucosa, xilosa	Aeromonas Hydrophilia	EtOH, 2,3-butanodiol	5
Glucosa, almidón, sacarosa, rafinosa	Rhizopus Japonicum Mucor Rouxanus	EtOH, CO ₂ , lactato EtOH, CO ₂	3 -8

Tabla 10. Rendimiento promedio de etanol, a partir de diferentes tipos de biomasa³⁸

Materia prima de biomasa.	Rendimiento en etanol por Ton. de biomasa (en litros por Ton).	Rendimiento de Biomasa por Ha. de tierra (en Ton por Ha.).	Rendimiento anual de etanol (en litros por Ha.).
Caña de azúcar	70	50	3 500
Madera	160	20	3 200
Sorgo dulce	86	35	3 010
Maíz	370	6	2 220
Yuca	180	12	2 160
Papas	125	15	1 875
Babasu	80	3	200
Melazas	270	No significativo	No significativo

Aunque todavía se encuentra bajo investigación en Irán, cabe mencionar que con buenos resultados Najafpour³⁹, indica que se está experimentando la producción de alcohol etílico, a partir de un proceso vía biológica por gas de síntesis, con cultivos *Clostridium Ljungdahlii*, proceso que sugiere como resultado una relación de alcohol etílico – acetato de 5:1, obteniéndose a partir de las condiciones de operación por lotes y con un sistema con intervalos de presiones para el gas de 0.8 a 1.8 atmósferas.

2.1.2 Procesos de producción por fermentación

Los procesos empleados en países como Alemania, Brasil, Hungría y EUA para la fabricación de alcohol etílico, dependen de la naturaleza de la materia prima, así por ejemplo, las materias sacaroideas, principalmente la melaza que es el residuo del jugo de la caña evaporado, requiere poco o ningún tratamiento preliminar; en cambio las amiláceas ó celulósicas, necesitan de un pretratamiento en un tanque flash a temperatura y presión alta previo a su utilización en la fermentación.⁴⁰

Estos requerimientos, generalmente son llevados a cabo mediante hidrólisis química por ácidos ó enzimáticamente, donde se puede desdoblar el polisacárido a unidades fermentables como la glucosa; por ejemplo en Praga (República Checa) se realizan programas para modelar y optimizar una industria para la producción de bioalcohol etílico a partir de la glucosa de la caña, consecutivamente del proceso de la producción de azúcar, indica Henke⁴¹; otro ejemplo es el que indica Ferenc⁴², ya que en Hungría se ha producido alcohol etílico con membranas al vacío para aminorar los costos del pretratamiento, ya que las membranas tienen la propiedad de ser semipermeables, es decir, permiten el paso de moléculas pequeñas como las de los azúcares, pero no de moléculas grandes como las proteínas.

Fermentación directa:

La alternativa de uso de los desperdicios celulósicos, es la de fermentarlos con un microorganismo que tenga actividad celulósica y fermentativa, para obtener bioalcohol (proceso en una fase); o con dos microorganismos que por separado establezcan una relación de transformación secuencial (proceso en dos fases); indica Rosenberger⁴³, que cualquiera de los dos procesos, se puede operar en fase continua o en fase por lotes, también que en la producción de bioalcohol en Alemania a partir de cereales, se ha obtenido mejores resultados con la operación continua, así como indica que una buena producción depende mucho de las condiciones de operación en cada lugar y también de la calidad de la materia prima, por lo que recomienda una buena fertilización de los cultivos.

A continuación se presentan los dos procesos diferentes de fermentación:

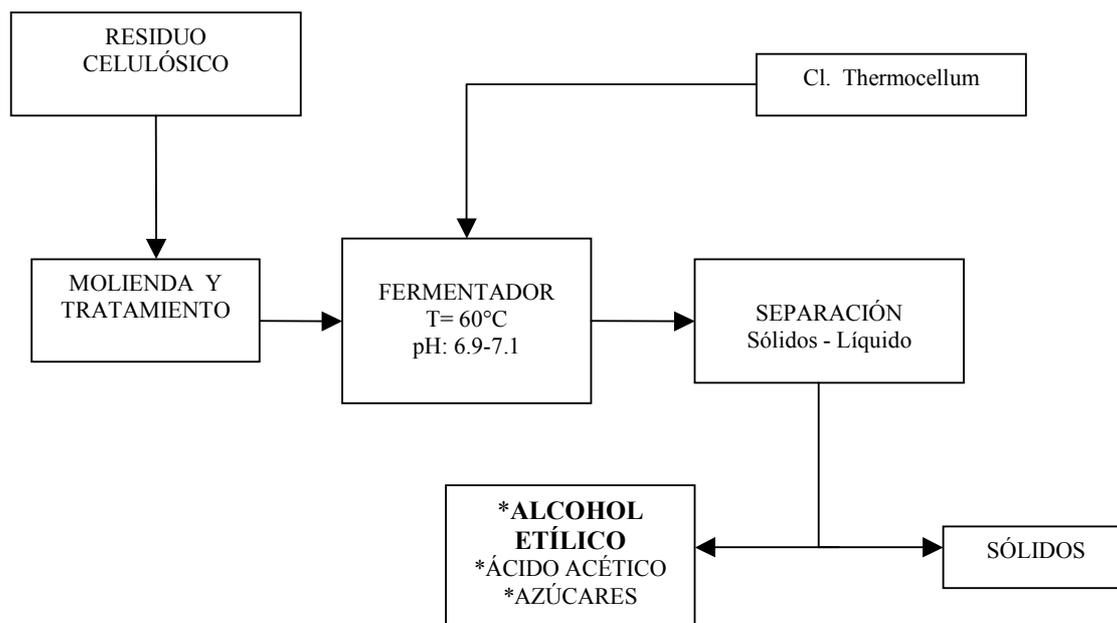
Proceso en una fase:

En este proceso, un solo microorganismo degrada el desperdicio celulósico tratado y transforma el azúcar resultante en alcohol etílico, por lo regular, se usa el género *Clostridium*, que es el que tiene mayor capacidad para transformar la celulosa en alcohol etílico.

El género mencionado anteriormente, es el utilizado principalmente en Babul (Irán) en la producción de bioalcohol.³⁹

El proceso en una fase, es la más competitiva y económicamente factible para la producción de bioalcohol etílico, dada la tecnología convencional existente en diferentes países.

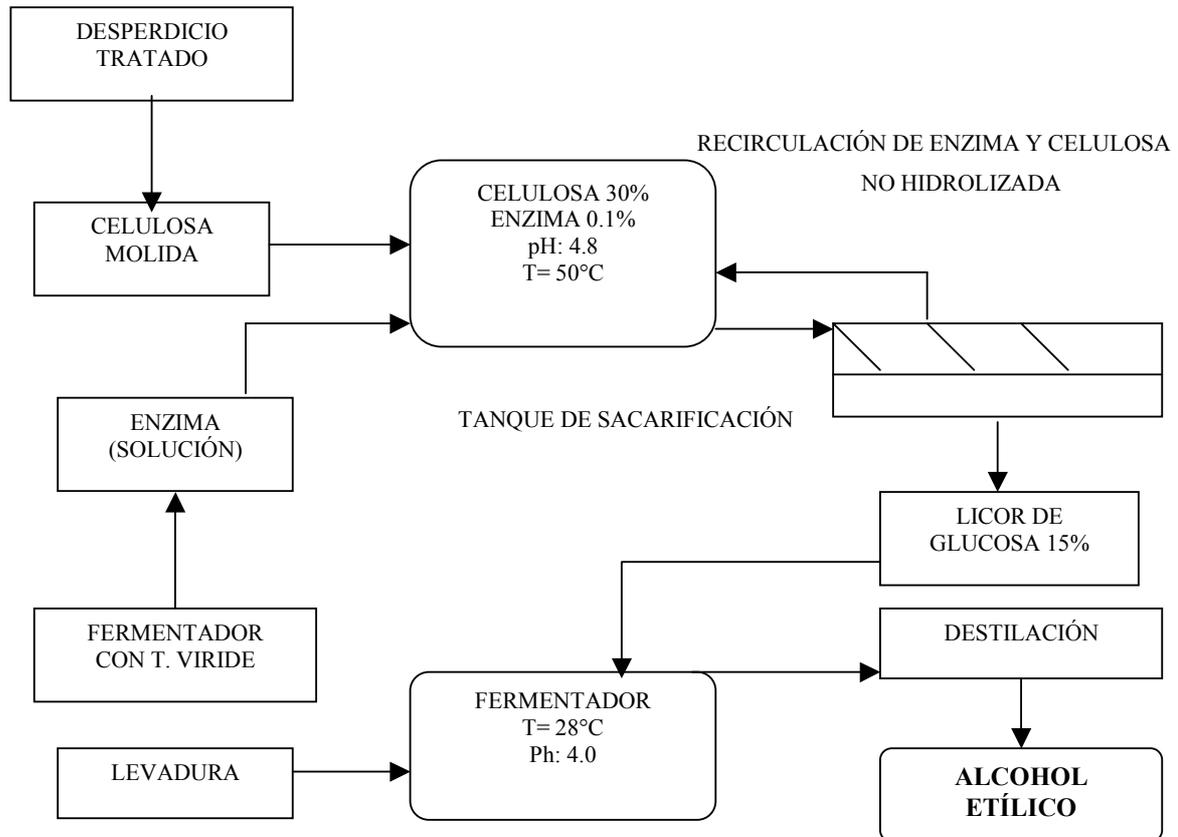
Figura 6. Proceso de la producción de alcohol etílico en una fase⁴⁴



Proceso en dos fases:

Este procedimiento, es muy similar al anterior ya que se obtienen azúcares y alcohol etílico subsecuentemente, mediante microorganismos celulósicos y productores de alcohol etílico, en este proceso se han empleado distintos géneros como *Trichoderma Viride* y *Aspergillus*, o cultivos mixtos de ellos como sepas productoras de azúcares y a *Zymomonas* y levaduras muy comúnmente utilizadas como la *Saccharomyces Cerevisiae*, esta bacteria como microorganismo capaz de utilizar los azúcares para generar alcohol etílico, es la más utilizada en este proceso en India, y muestra una eficiencia teórica del 98% en la fermentación. Estos géneros mencionados anteriormente, son los utilizados en varios estados de India para la producción de bioalcohol.³⁴

El método de obtención es muy simple y las condiciones de operación y tecnológicas hacen de esta alternativa, la opción más competitiva y económicamente factible para la implementación de nueva tecnología.

Figura 7. Proceso de la producción de alcohol etílico en dos fases²⁹

2.1.3 Mecanismo

En los azúcares que se da más fácilmente el mecanismo de la fermentación alcohólica, es en los monosacáridos ya que se fermentan directamente, mientras que los di, tri y polisacáridos tienen que ser hidrolizados a hexosas, antes de ser fermentados.

La reacción fundamental para obtener bioalcohol, es por oxidación (fermentación) de soluciones ricas en monosacáridos como la glucosa, fructosa, etc.⁴⁵

A continuación, se presentan los distintos procesos industriales para obtener el monosacárido final, en función de la materia prima utilizada:

- Caña de azúcar y remolacha

El jugo azucarado contiene sacarosa, un disacárido que se hidroliza a glucosa y fructosa, modernamente la hidrólisis y la fermentación se realizan en una sola etapa.

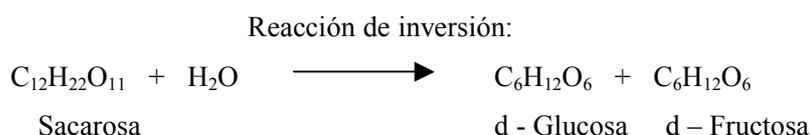
- Cereales

En este caso, el componente fundamental es el almidón, polisacárido que se hidroliza enzimáticamente al disacárido maltosa y a partir de ésta reacción se continúa como en el caso del azúcar.

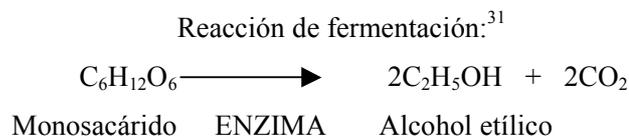
- Materiales lignocelulósicos

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

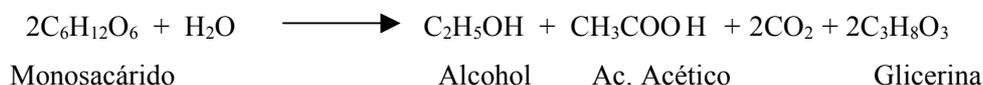
Como es conocido el tejido vegetal, se compone fundamentalmente de hemicelulosa, celulosa, y lignina. La hemicelulosa es un polisacárido de estructura amorfa que se hidroliza fácilmente a xilosas y metil furano; en la actualidad la hemicelulosa puede ser convertida cuantitativamente a alcohol etílico por tratamientos biológicos. La celulosa es la fracción más abundante, responde a la estructura de un polisacárido de elevado peso molecular. La reacción principal en la fermentación del alcohol etílico, es la hidrólisis de la sacarosa catalizada por ácidos, denominada:^{7,9}



Existe un grupo de sustancias neutras llamadas azúcares, de sabor más o menos dulce y que por la acción de la levadura de cerveza, puede experimentar directa o indirectamente la fermentación alcohólica.



Al final de la fermentación, se pueden formar como productos secundarios el aceite de fusel, la glicerina y diversos ácidos orgánicos, ya que los cultivos impuros de levaduras, producen una amplia gama de otras sustancias.



A continuación, se presenta un análisis de calidad de un alcohol etílico comercial en México, que cumple con las especificaciones necesarias, para utilizarse como energético alternativo:

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Tabla 11. Análisis de calidad de alcohol etílico comercial, que cumple con las especificaciones como bioalcohol

FECHA	Julio de 2005		
PRODUCTO	Alcohol etílico rectificado extra fino	LOTE	230505
PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS			
OLOR	Característico	SABOR	Característico
APARIENCIA	Líquido cristalino		
PRUEBAS ANALÍTICAS (EN % DE ALCOHOL)			
VOLÚMEN	97° GL a 15°C	DENSIDAD	0.800 a 20°C
RANGO DE DESTILACIÓN	70°C a 72.5°C	SOLUBILIDAD EN AGUA	Total
RESULTADO: El producto cumple con las normas establecidas en los protocolos de aseguramiento de calidad integrados en las formas FCC, CLT, FD1 y FA.			

Certificado de calidad, alcohol etílico de calidad 97° GL, Empresa SANEGA, México, Julio de 2005, 1p.

El aceite fusel, es uno de los productos secundarios de la fermentación alcohólica, este aceite es de gran interés industrial ya que es una mezcla de diversos alcoholes superiores, predominando el amílico y propílico, estos alcoholes no se forman a través del azúcar que se encuentra en la fermentación, sino partiendo de sustancias nitrogenadas como los aminoácidos existentes en el medio de fermentación.

2.1.4 Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del bioalcohol etílico

- En Brasil, por los crecientes aumentos del petróleo, el gobierno oficializó el uso de bioalcohol a partir de los años 70's, este es usado de dos formas: en mezcla con gasolina en la proporción del 78% y 22% de alcohol anhidro (99.6° GL), y como etanol puro al 100% en la forma de alcohol etílico (96° GL); con esta medida las automotrices se vieron obligadas a realizar las modificaciones necesarias en los automóviles, y desde entonces circulan autos que trabajan con etanol en mezcla y otros con el 100% de este; a partir de las experiencias del uso de bioalcohol producido a partir de la yuca en Brasil, países como las Filipinas, los EUA y Sudán comenzaron a partir del año 2000, las primeras etapas de programas nacionales para el uso de bioalcohol; así mismo otros países han manifestado su interés en el bioalcohol, como Cuba, Filipinas, Nueva Guinea, Puerto Rico, etc., así mismo en Colombia a finales de los años 80's, se implementó la mezcla de 20% de etanol - 80% de gasolina.²
- En India, se ha aumentado en un 15% el rendimiento de la producción de bioalcohol, con la adición del 4% de mijo como suplemento en la fermentación de cereales, utilizando como bacteria la *Saccharomyces Cerevisiae* en los procesos de una sola fase. Los resultados de la experimentación indican, que el tiempo de la fermentación disminuyó con el aumento de la temperatura a 30°C, y antes de los 30°C la fermentación era afectada incluso por cada incremento de 1°C, por lo tanto los resultados indican que el papel de la temperatura es vital para una fermentación óptima. La producción del etanol incrementada con

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

el suplemento de harina de mijo, es un hallazgo significativo, que puede ser aplicado a una fermentación industrial de etanol utilizando melazas, esto puede reducir el costo de producción del etanol en los países como India.³⁴

- En Viena (Austria), al generar bioalcohol por fermentación a través de membranas con el desecho de la producción del azúcar, propiamente con el bagazo de la caña, se han obtenido reducciones de hasta el 50% en los costos energéticos, al no producir directamente el bioalcohol de la caña de azúcar y este como combustible alternativo es una buena opción para utilizarlo en motores de combustión.³⁵
- En Praga (República Checa), se realizan mejoras en los programas para la producción simultánea de azúcar y bioalcohol, con los cuales se realizan simulaciones para la futura implementación de plantas ingenio-destiladoras.⁴¹
- En Alemania, se comienzan a utilizar los cereales de invierno (el centeno y el trigo) para la producción de bioalcohol como energético alternativo, dado que el etanol actualmente no se promueve de tal manera que en Francia, Suecia, Brasil, Canadá o los Estados Unidos de América, y cabe destacar que la conversión de los granos a etanol es una fuente de energía líquida, cuyo principal uso comercial puede ser como sustituto de la gasolina.⁴³
- En algunos países como Brasil, India y EUA, se ha implementado el bioalcohol en mezcla con gasolina y al 100% desde hace más de 10 años, dicha implementación ha ofreciendo muy buenos resultados y beneficios a la población, por lo que se han implementado políticas de abastecimiento de bioalcohol etílico, como combustible para el transporte en algunos sectores de policía y para algunas poblaciones.⁴⁵
- En la Unión Europea, se realizan proyectos con el bioalcohol etílico, y esperan implementarlo como combustible en el sector del transporte para el año 2010, dicha implementación se espera comenzar con el 5.75% del total de la demanda del transporte en toda la Unión Europea.⁴⁶
- En marzo del 2003, la Agencia Nacional de Energía de Brasil autorizó la construcción de 5 nuevas plantas para la generación de energía eléctrica a partir del bagazo de la caña, sobrante de la producción del bioalcohol etílico. Por lo tanto se autorizó la generación independiente de electricidad por 30 años, a partir de energías renovables.⁴⁷
- En Madrid (España), se experimenta actualmente con isopentenos e isobutenos, como complementos de éteres, para la producción de bioalcohol.⁴⁸
- En India, actualmente se investiga la producción de bioalcohol etílico con cultivos de *Kluyveromyces marxianus*, a partir del suero de queso, ya que para hacer 1 kg de queso, se generan 9 kg de suero con gran contenido de materia orgánica, la cual actualmente se desperdicia, los resultados de la experimentación indican, que la mayoría de los 35 g/L de lactosa inicial, se metabolizó por la levadura dentro de 22h y se produjo la formación de 2.10 g/L de etanol, tal proceso se encuentra bajo investigación para su implementación industrial.⁴⁹
- En Sao Pablo (Brasil), se experimenta con microesferas de zirconia para la catálisis de hidrógeno producido a partir de bioalcohol, con tal proyecto se obtiene la ventaja de producir un energético alterno de

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

un bioenergético y con un excelente rendimiento en su producción, ya que se obtienen 6 moles de H₂ por 1 mol de etanol reaccionada, el rendimiento de la producción de hidrógeno, depende de las variables del proceso, como la temperatura, la proporción de los reactivos y la composición del catalizador; en el país anteriormente mencionado la producción de etanol promueve la fabricación de hidrógeno, para obtener combustiones sin emisiones contaminantes, también se han realizado muchos estudios sobre el metanol como combustible, pero se considera el etanol es un combustible más atractivo, por la utilización de biomasa como materia prima para su producción y su baja toxicidad en comparación con el metanol. Una de las grandes ventajas del etanol, es que no necesita ningún pretratamiento antes de ser usado para producir hidrógeno.⁵⁰

Tabla 12. Comparación de las propiedades del alcohol etílico y la gasolina⁵¹

Fuel property	Ethanol	Gasoline
Formula	C ₂ H ₅ OH	C ₄ to C ₁₂
Molecular weight	46.07	100–105
Density, kg/l, 15/15 °C	0.79	0.69–0.79
Specific gravity (Relative density), 15/15 °C	106–110	91
Freezing point, °C	–114	–40
Boiling point, °C	78	27–225
Vapor pressure, kPa at 38 °C	15.9	48–103
Specific heat, kJ/kg K	2.4	2.0
Viscosity, mPa s at 20 °C	1.19	0.37–0.44
Lower heating value, 1000 kJ/L	21.1	30–33
Flash point, °C	13	–43
Auto-ignition temperature, °C	423	257
Flammability limits, Vol %		
Lower	4.3	1.4
Higher	19.0	7.6
Stoichiometric air–fuel ratio, weight	9.0	14.7
Octane number		
Research	108.6	88–100
Motor	89.7	80–90

A continuación, se presentan 3 gráficas que muestran la variación de emisiones de un motor, de acuerdo al aceleramiento del mismo; se muestra la comparación del mismo motor con gasolina al 100% y también con una mezcla de alcohol al 20% - 80% de gasolina.

Figura 8. Variación de las emisiones de CO en relación con las revoluciones por minuto⁵¹

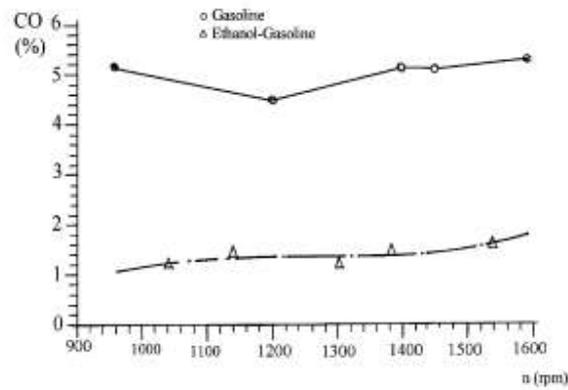


Figura 9. Variación de las emisiones de CO₂ en relación con las revoluciones por minuto⁵¹

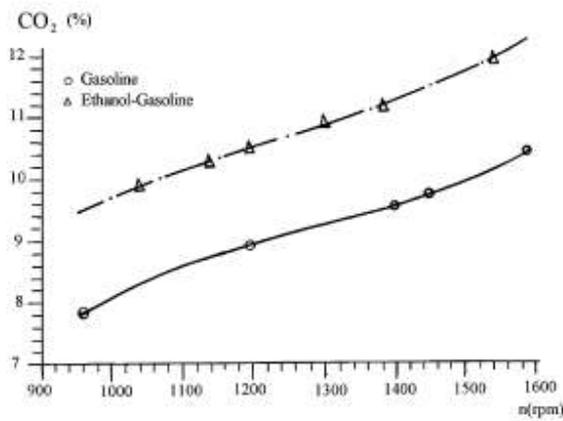
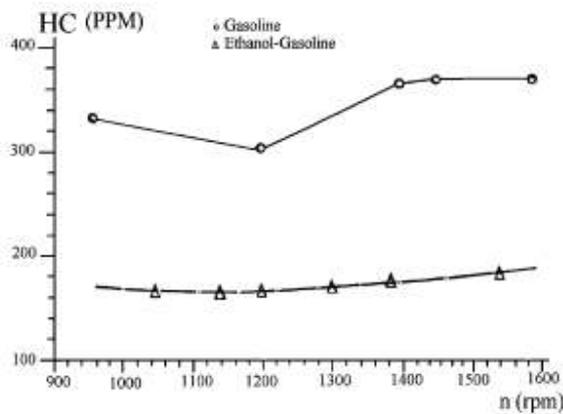


Figura 10. Variación de las emisiones de HC en relación con las revoluciones por minuto⁵¹



2.2 “Bioalcohol metílico”

El alcohol metílico se considera un bioalcohol, ya que se puede producir a partir de la biomasa; por sus propiedades similares a las de la gasolina, es considerado un energético alternativo para usarse como aditivo.

Los aditivos son compuestos o productos químicos, que se añaden a la gasolina en pequeñas proporciones, para mantener y/o mejorar su calidad.⁵²

2.2.1 Procesos de producción

El alcohol metílico, se puede producir por diferentes procesos, a continuación se mencionan tres de ellos, los dos procesos convencionales que son por vías químicas y uno por vía biológica:

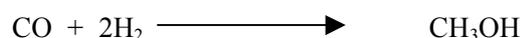
- 1) Proceso químico 1: Por aislamiento en la destilación de la madera, se separa del destilado acuoso (por lo que es llamado normalmente, alcohol de madera). En la purificación del destilado de madera se obtiene un líquido, el cual es el 3% del total que contiene: 65-70% de metanol, 10-15% de acetona, 10-15% de acetato de etilo, 1-3% de acetaldehído y 1% de alcohol alílico, además de pequeñas cantidades de diferentes aceites.⁵³
- 2) Proceso biológico: Se puede obtener del rompimiento de ésteres metílicos ó ésteres de producción natural, como la pectina, durante la fermentación de algunas plantas, etc., también pueden ser detectadas pequeñas cantidades en bebidas alcohólicas y en vinos de frutas, sin embargo los microorganismos que producen cantidades sustanciales de metanol, aún no han sido aislados, ya que muy poco se conoce acerca de los microorganismos que producen alcohol metílico, durante la descomposición orgánica.⁵⁴
- 3) Proceso químico 2: Por hidrogenación catalítica a alta presión del óxido de carbono, empleando diferentes tipos de catalizadores como ZnO-Cr₂O₃ ó mezclas de Cu-ZnO soportado en Cr₂O₃ y Al₂O₃. Este último resulta más favorable en la síntesis del metanol, mejorando la selectividad del producto a un 99%, operando en un intervalo de temperatura de 220 – 300°C y presión de 50 – 100 atmósferas, Juárez⁵⁵, indica que estudios han reportado que el Pd al 5% sobre sílica es un buen catalizador en la manufactura del metanol, con una selectividad que excede el 95%, en un intervalo de temperatura de 275 – 325°C y presión de 100 – 1100 atmósferas.

Dadas las perspectivas actuales del alcohol metílico producido por gas de síntesis, para su uso como aditivo para gasolina, indican Hamelinck⁵⁶ y Faaij⁵⁷, que el metanol se considera como una opción viable en su producción dada la tecnología actual, para su implementación en el sector del transporte en los Países Bajos, ya que este sector representa el 27% de la energía consumida anualmente a nivel mundial, y del total de la demanda energética solo se cubre del 9 al 14%, con energías provenientes de la biomasa.

Hansen^{58, 59}, indica que la tecnología comercial disponible para la producción de metanol a nivel industrial, se basa generalmente en tres operaciones unitarias:

1. Preparación de la síntesis del gas.
2. Síntesis del metanol.
3. Purificación del metanol.

A continuación, se presenta la reacción general de la producción de alcohol metílico:



Cabe mencionar que en el proceso convencional de la síntesis de metanol, se emiten grandes cantidades de CO_2 , por ejemplo, en la oxidación parcial convencional durante la gasificación del carbón, se generan de 1.5 a 1.7 toneladas de CO_2 por tonelada de metanol producido; y en el caso de la síntesis del gas natural, se generan de 0.25 a 0.4 toneladas de CO_2 por tonelada de metanol producido; por esos efluentes contaminantes, indica Katayama⁶⁰, que se ha trabajado en Tokio (Japón) en un nuevo sistema, combinando la energía de los combustibles fósiles con la energía solar, para producir metanol con cero emisiones de CO_2 a la atmósfera en el proceso. El proceso se realizó en un simulador para evaluar el nuevo sistema, y obtener una evaluación económica sobre el mismo. Desde el año 2001 se trabaja en esta tecnología de producción de metanol, y consiste en un sistema que combina la electrólisis del agua usando la energía solar, con la oxidación parcial del carbón y del gas natural, con resultados muy económicos ya que el costo del metanol producido por el nuevo sistema se calculó en el mismo precio que tiene el metanol producido con los procesos convencionales, por lo que se espera en poco tiempo implementar el nuevo proyecto del simulador a nivel industrial en dicho país.

2.2.2 Ventajas del alcohol metílico

A continuación, se mencionan las ventajas del alcohol metílico en comparación con la gasolina convencional:

- Es más eficiente.
- Tiene menor riesgo a incendiarse.
- Tiene alto octanaje (mayor a 120).
- Abate la contaminación ambiental.
- Incrementa significativamente la vida útil del motor.
- Da una mayor potencia al motor.
- Puede ser usado en maquinarias pequeñas de baja expansión.

A pesar de sus grandes ventajas en comparación con la gasolina, muestra grandes desventajas:

En autos diseñados para trabajar con gasolina, el alcohol metílico al 100% sólo entregará la mitad del calor que la gasolina entrega, ya que el calor de combustión del alcohol metílico es sólo la mitad que el de la gasolina, así por el alto calor latente de vaporización se tienen problemas en el arranque en frío y también de jaloneo, también los motores necesitan ser diseñados con una adecuada lubricación para que sean compatibles con la baja lubricidad del metanol, así mismo este corroe los recubrimientos metálicos tales como el emplomado y el zincado, causa endurecimiento de las partes de hule, que al perder flexibilidad se tornan quebradizas, por lo que se tienen que reemplazar los materiales del sistema de combustible que sean sensibles al metanol, por lo que el metanol al 100% se considera más adecuado su uso en calderas, turbinas y pilas de combustible.⁶¹

Ya que los procesos actuales de producción de metanol son a partir de la madera y del gas natural, los cuales implican la generación de grandes cantidades de efluentes contaminantes, así como de los inconvenientes de su utilización al 100%, en este trabajo se propone el alcohol metílico, sólo como aditivo de la gasolina.

2.2.3 Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del bioalcohol metílico

- En Alemania, dado que el metanol es un combustible potencial para máquinas de combustión interna, debido a que produce menos residuos en la combustión y menos contaminantes que la gasolina, a partir de los años 80's se comenzaron a fabricar autobuses accionados por metanol.²⁸
- En Japón, se está produciendo alcohol metílico por la gasificación del carbón y por gas de síntesis (procesos convencionales), pero con tecnología solar, lo que significa que la planta al trabajar con energía solar la producción de alcohol metílico, tiene como resultado cero emisiones de CO₂ al ambiente, ya que los procesos convencionales generan bastantes emisiones de CO₂.⁶⁰
- En EUA, actualmente se implementan varios energéticos alternativos, así mismo se ha experimentado con el metanol en autos al igual que con otros combustibles y se han obtenido costos accesibles y emisiones menos contaminantes, lo que sugiere un gran beneficio en el ámbito energético.⁶²
- En Nápoles (Italia), se encuentra bajo experimentación la producción de H₂ a partir de alcohol metílico con Cu-Zn-Al como precursores para la catálisis.⁶³
- En algunos de los Países Bajos, se experimenta mediante simuladores para obtener los mejores métodos de producción de metanol, etanol, hidrógeno y diesel sintético a partir de la biomasa; en estos reportes comentan que la bioenergía se ve como una de las opciones importantes, para mitigar las emisiones del gas de invernadero y sustituir los combustibles fósiles, así mismo que con la biomasa generada en regiones como Latinoamérica, se podría comenzar a generar alcohol metílico con nueva tecnología y el costo final del producto se estima en un 15 a un 30% más elevado que el de la gasolina en un principio, pero se tiene que considerar que la falta de hidrocarburos se presentará en un futuro y con la escasez se piensa que los precios de la gasolina se volverán inciertos, por lo que la biomasa podría jugar un papel muy importante, en el suministro de energía sustentable a futuro, como una fuente para generar energía como la electricidad y como combustible para el transporte.⁶⁴

Tabla 13. Análisis de calidad de alcohol metílico comercial, que cumple con las especificaciones como bioalcohol

FECHA	Agosto de 2005		
PRODUCTO	Alcohol metílico de calidad	LOTE	MTL 03-150308-05
ANÁLISIS		RESULTADO	
Intervalo de destilación a 585 mmHg		57°C a 63°C	
Peso específico a 20/20 °C		0.790	
Humedad		0.01 %	
Apariencia		Líquido cristalino	
Solubilidad en agua		Total	
Pureza		99.95 %	

Certificado de calidad, alcohol metílico, Empresa SANEGA, México, agosto de 2005, 1 p.

2.3 “Biogás”

A la mezcla gaseosa producida mediante el proceso de fermentación de la materia orgánica, se le denomina biogás, ya que se produce a partir de la biomasa; por sus propiedades similares a las del gas L. P. y el gas natural, es considerado como un energético alternativo, así mismo en su producción como un subproducto importante, se logra la estabilización completa del material residual, denominado lodo estabilizado, el cual es un excelente fertilizante de suelos.

2.3.1 Producción

La producción de biogás, se basa en el proceso complejo de fermentación con ausencia de oxígeno (digestión anaerobia), a continuación, se presenta la digestión anaerobia con sus etapas principales y parámetros.

Digestión anaerobia

La digestión anaerobia, es un proceso biológico fermentativo que llevan a cabo diferentes especies bacterianas, en condiciones anaerobias y como éstos microorganismos se desarrollan en ausencia de oxígeno, transforman la materia orgánica en una mezcla de gases y en un lodo rico en nutrientes que puede ser utilizado como abono, los principales componentes del gas son el CH₄ y el CO₂, conocidos con el nombre de biogás.

El proceso de digestión anaerobia, transcurre con un menor desprendimiento calorífico que los procesos aeróbicos, lo que determina un mayor contenido energético de los productos resultantes y consecuentemente, un mayor rendimiento energético del proceso. La fracción de la energía total disponible, utilizada por los microorganismos para su propio crecimiento, es mucho menor que en los sistemas aerobios.⁶⁵

La generación de biogás depende en gran parte de la materia prima utilizada, por lo que los principales substratos, que se pueden utilizar para generar biogás en el proceso de la digestión anaerobia, son los residuos agrícolas y ganaderos, cultivos energéticos, residuos industriales orgánicos, aguas residuales urbanas e industriales, lodos de depuradora y fracción orgánica de los residuos sólidos municipales. En Bolívar (Venezuela), indica Rodríguez⁶⁶, se experimentó la producción de biogás a partir de tres mezclas diferentes, bora 100%, bora:estiércol (3:1) y estiércol 100%, y los resultados presentaron que el mayor rendimiento en la producción de biogás fue el de bora 100% en primer lugar, posteriormente la mezcla bora:estiércol y por último el estiércol 100%, por lo que se concluyó que la bora es un material vegetal con buena perspectiva para la producción de biogás y es capaz de mejorar el rendimiento del gas generado por estiércol.

Un resumen general y sencillo de la producción de biogás, sería el siguiente: los desechos mezclados con agua se introducen en un recipiente cerrado llamado digestor, cuando el digestor es de carga diaria, todos los días se carga con cierta cantidad de desechos mezclados con agua, y del digestor sale un volumen de sólidos igual al de la mezcla alimentada. Cuando se trata de un digestor que trabaja por lotes, se carga totalmente, y se vacía hasta después de dos o tres meses.

2.3.2 Etapas del proceso de la digestión anaerobia

El proceso en que se produce el biogás, consta de tres etapas fundamentales que ocurren simultáneamente, las cuales se presentan a continuación:

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- 1) Etapa Hidrolítica (hidrólisis de polímeros): Durante ésta primer etapa los polímeros son hidrolizados a monómeros, los que sirven como materia prima para la segunda etapa. Los materiales de los cuales provienen los polímeros, pueden ser de diferentes fuentes, estos compuestos están formados principalmente por carbohidratos con algunos lípidos, proteínas y otro material orgánico.
Dentro de los principales carbohidratos están: la celulosa y compuestos como la hemicelulosa y la lignina. Para poder romper los polímeros mencionados, se necesita un amplio espectro de microorganismos que posean capacidad enzimática para poder degradar a la celulosa, grasa y proteínas presentes.
Las dificultades que se pueden presentar, casi siempre son durante esta etapa, ya que la degradación de los polímeros es bastante lenta, además esta primer etapa esta limitada por varios factores como son la temperatura, sustrato y especie de microorganismo presente.
- 2) Etapa Acetogénica (formación de ácidos orgánicos): Dado que durante la primer etapa se obtienen monómeros, estos son el sustrato para que se lleve a cabo el proceso de la segunda etapa. Los ácidos son el producto final del metabolismo de los carbohidratos, siendo los principales el ácido acético, propiónico y el láctico. El ácido acético es probablemente el sustrato más simple e importante para la formación del metano, algunos estudios han llegado a la conclusión de que aproximadamente el 70% del metano, es formado a partir de este ácido.
Durante esta segunda etapa, están involucradas muchas especies bacterianas y la proporción de ácidos, hidrógeno, bióxido de carbono y alcoholes simples producidos, dependen de la materia prima empleada, así como de las condiciones del medio ambiente.
- 3) Etapa Metanogénica (formación del metano): Las ecuaciones siguientes muestran la obtención del metano como producto de la fermentación del ácido acético, propiónico, butírico, etanol y acetona.



Si se observa los productos finales en cada caso, son independientes de la estructura del sustrato original. Las bacterias metanogénicas son fisiológicamente especiales, ya que son altamente susceptibles a cambios bruscos de temperatura y a la presencia de oxígeno, por lo que esta etapa es la única estrictamente anaerobia, también son altamente específicas en el tipo de sustrato que pueden utilizar, por ejemplo, para completar la fermentación de un compuesto simple, como el ácido valérico, se requieren tres especies de bacterias.

El valerato es inicialmente oxidado por *Methanobacterium suboxidans* en acetato y propiónico, los cuales no pueden ser procesados por este microorganismo, entonces interviene una segunda especie que es

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Methanobacterium propionicum, la cual metaboliza el propiónico en acetato, bióxido de carbono y metano, esta segunda especie no es capaz de reducir el acetato, por lo que interviene una tercera especie, la Methanosarcina methanica, la que reduce el acetato para formar metano y bióxido de carbono.⁶⁷

Este proceso corre a cargo de muchas bacterias; a continuación se presentan cuatro tipos de ellas, los tres más usados y el cuarto que se encuentra bajo investigación en Sofía (Bulgaria):⁶⁸

1) Metanobacteriales:

Son hidrogenotróficas y actúan en el intervalo mesofílico ó termofílico.

2) Metanococales:

Son hidrogenotróficas y actúan en el intervalo mesofílico ó termofílico.

3) Metanomicrobiales:

Son hidrogenotróficas y actúan sólo en el intervalo mesofílico.

4) Metanosarcinales:

Son Acetoclásticas ó hidrogenotróficas y actúan en el intervalo mesofílico ó termofílico.

Las bacterias involucradas en el proceso de metanogénesis sintetizan enzimas, para que bajo su acción se lleve a cabo la fermentación de la materia, algunas de las enzimas sintetizadas se mencionan a continuación:

Tabla 14. Enzimas hidrolíticas con su óptimo pH y temperatura en la digestión anaerobia⁶⁹

ENZIMA	pH	TEMPERATURA (°C)
Amylase	5.0 – 9.0	50
Carboxymethyl cellulase	5.0	60
Xylanase	6.0	50
Pectinase	6.0	50
Protease	7.0 – 9.0	50
Filter paper cellulase	6.0	50

Hay dos tipos de metanogénesis:

I. Hidrogenotrófica:

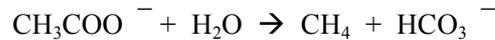
El sustrato universal de la metanogénesis es el CO₂, que constituye la fuente de la materia orgánica, y H₂ que es el dador de electrones.

La reacción de este proceso es:



II. Acetoclástica:

Otra vía para lograr finalmente el metano, es la que utiliza como sustrato el acetato, en este caso el dador de electrones es el H₂O:



Sólo dos géneros, Methanosarcina y Methanothrix, tienen especies que hacen este segundo proceso.

2.3.3 Factores limitantes de la velocidad en la digestión anaerobia

El primer factor potencialmente limitante de la velocidad, es la conversión de celulosas insolubles en carbohidratos solubles por medio de extracelulasas, así como la solubilización de compuestos orgánicos nitrogenados complejos.

El segundo, es la actividad de las bacterias formadoras de ácido, convirtiendo los carbohidratos solubles en ácidos grasos de bajo peso molecular.

El tercer factor, es la conversión de los ácidos a través de las metanogénicas en CH₄ y CO₂; este factor de la conversión en metano, generalmente se conoce como la etapa limitante de la velocidad para el proceso completo, ya que es el paso final, además que las metanogénicas son básicamente de lento crecimiento.¹⁵

2.3.4 Parámetros que determinan la digestión anaerobia

La digestión anaerobia, por ser un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos vivos, está sujeta a la influencia de varios factores como son:

- A. Temperatura.
- B. Nutrientes disponibles.
- C. Tiempo de residencia.
- D. Nivel de pH.
- E. Porcentaje de sólidos.
- F. Inhibición de nitrógeno y relación C/N.
- G. Agitación del sustrato.
- H. Factores de inhibición.

A. Temperatura

Este parámetro es el de mayor influencia en el proceso anaerobio, la digestión anaerobia se lleva a cabo en principio de los 3 a 70°C, encontrándose en éste intervalo tres zonas de operación del sistema, en las cuales hay una producción óptima de gas.

A continuación se presentan las tres zonas de operación:

- a) El intervalo psicrófilico de temperatura, está por debajo de 30°C en general, las plantas de biogás sin calentamiento se desempeñan satisfactoriamente, sólo cuando la media de la temperatura anual está alrededor de 20°C ó más, o cuando la media de temperatura diaria es de por lo menos 18°C. Si la

temperatura de la biomasa está por debajo de 15°C, la producción de gas será tan baja que la planta de biogás dejará de ser económicamente factible.

- b) El intervalo mesofílico de temperatura, está entre los 30 y 40°C, al trabajar las bacterias en este intervalo se tiene la ventaja de reducir costos en cuanto al consumo de energía, ya que con sólo precalentar la mezcla de alimentación, se mantienen temperaturas aceptables; esto se logra fácilmente precalentando el agua con que se efectúa la mezcla, en calentadores solares y construyendo los digestores enterrados para evitar pérdidas de calor, esto indica que resulta más económico trabajar en el intervalo mesofílico.
- b) El intervalo termofílico de temperatura, está por encima de los 40°C y normalmente se ubica entre los 50 y los 60°C, tiene grandes ventajas comparado con el mesofílico, en cuanto al tiempo de residencia, ya que el mismo volumen de materia orgánica es digerido en menor tiempo, pero presenta algunas desventajas, como la sensibilidad de las bacterias termofílicas al cambio de temperatura, los altos costos de los sistemas de calefacción y de aislamientos para mantener éstas temperaturas constantes, sobre todo en zonas frías.

Indica Yadvika⁷⁰, que muchos científicos reportan que las bacterias anaerobias, son muy activas en los intervalos de temperatura mesofílico y termofílico, por lo que se recomienda mantener en el digestor, la temperatura constante y entre los 37 a 40°C, para reducir el tiempo de retención en un 40%.

Con el aumento en el intervalo de temperaturas se aumenta la velocidad de crecimiento de las bacterias y con esto, la velocidad en la producción de biogás. Trabajando en el intervalo termofílico se asegura, además la destrucción de patógenos, la eliminación de malas hierbas y de huevos y larvas de insectos, por lo cual presenta interés para el tratamiento de residuos, que han de ser aplicados a suelos y cultivos que requieran un cierto grado de higienización. A pesar de las grandes ventajas de los sistemas termofílicos, estos requieren de mayor control y seguimiento, debido que a elevadas temperaturas el nitrógeno amoniacal se comporta como inhibidor. Esto puede soslayarse mediante mezclas de residuos de diferente origen para disminuir la concentración de nitrógeno.⁷¹

El proceso de biometanación es muy sensible a cambios en la temperatura, sin embargo, el grado de sensibilidad depende del intervalo de temperatura.

Pequeñas fluctuaciones que no excedan los siguientes límites, se pueden considerar como aún no inhibitoras con respecto al proceso de fermentación:

- Intervalo psicofílico: $\pm 2^{\circ}\text{C/h}$
- Intervalo mesofílico: $\pm 1^{\circ}\text{C/h}$
- Intervalo termofílico: $\pm 0.5^{\circ}\text{C/h}$

Las fluctuaciones de temperatura entre el día y la noche no son un gran problema para las plantas construidas bajo tierra (enterradas), dado que la temperatura de la tierra por debajo de una profundidad de un metro, es prácticamente constante.

La forma de controlar la temperatura es sencilla, solo se debe tomar en cuenta:

- Aislamiento del digestor.
- Precalentamiento del agua para la mezcla con energía solar.

➤ Construcción subterránea del digestor.

Las condiciones de temperatura a seleccionar para producir el biogás, se pueden determinar por la zona de ubicación de la planta y el clima del lugar, por ejemplo, en países como Bulgaria y Alemania, la mayoría de las plantas trabajan en el intervalo mesofílico⁷², a diferencia de algunas partes de Finlandia, que las plantas se operan en temperaturas del intervalo termofílico y en algunas partes de India, se opera en los dos intervalos de temperatura dependiendo el clima de la estación.

B. Nutrientes disponibles

El proceso anaerobio, se caracteriza por los bajos requerimientos de nutrientes, las bacterias con el fin de crecer necesitan más que un suministro de sustancias orgánicas como fuente de carbón y energía, además requieren de ciertos nutrientes minerales, además de carbono, oxígeno e hidrógeno, la generación de biogás requiere de un suministro adecuado de Cr, Cu, Ni, Zn, sílica gel, Ca, Mg, urea, Fe, Se, FeSO₄, FeCl₂, FeCl₃, SeO₂, NiCl₂, etc., con la adición adecuada de aditivos inorgánicos, se procura un aumento de metano en el contenido del biogás por arriba del 54%.⁷⁰

Los sustratos normales como residuos agrícolas o aguas residuales municipales, usualmente contienen las cantidades adecuadas de los elementos mencionados anteriormente.

C. Tiempo de residencia

Las bacterias requieren de un cierto tiempo para degradar la materia orgánica, por lo tanto, el tiempo de residencia es el tiempo que se requiere para degradar completamente la materia orgánica.

El tiempo que permanecen los sólidos volátiles (que serán convertidos a gas) en un digestor, es un aspecto fundamental del proceso y representa el tiempo promedio en que la materia orgánica es atacada por los microorganismos. Se considera que el tiempo de residencia óptimo, es aquél que produce el 80% de la producción total en el menor número de días. Existe una relación muy estrecha entre el tiempo de residencia y la temperatura, ya que a mayores temperaturas los tiempos de residencia son menores.

Aplicar el tiempo de retención adecuado es importante por varias razones, entre las que se encuentran las siguientes:

- Si el tiempo de retención es demasiado largo, la capacidad del digestor no se aprovecha eficientemente y el digestor es demasiado grande.
- Un período de retención excesivamente prolongado, puede permitir que la población bacteriana se pase de la fase de multiplicación exponencial (dicho de otra forma; la edad promedio de la población bacteriana es tal que los organismos han pasado su período de capacidad más alta).
- Si el período hidráulico de retención es demasiado corto, la velocidad de multiplicación bacteriana, puede no ser suficiente para compensar a las bacterias descargadas en el efluente.

En un digestor, el proceso de digestión trabaja a su máxima capacidad en temperaturas del intervalo termofílico, y en éstas condiciones el menor tiempo de residencia es aproximadamente de doce días, obteniéndose una conversión equivalente al 50%, para las temperaturas de 28 a 30°C el tiempo de residencia óptimo es de 28 a 30

días aproximadamente. En un digestor de carga continua, el tiempo de retención, determina el volumen diario de carga que se requiere para alimentar al digestor, debido a la siguiente relación:⁶⁷

$$\text{Volumen del digestor (m}^3\text{)} / \text{Tiempo de residencia (días)} = \text{Volumen de carga diaria (m}^3\text{/día)}$$

Se indica que dependiendo del biodigestor, el tiempo de residencia varía entre 12 a 80 días, generalmente se usan un promedio de 35 días dependiendo también el sustrato y el clima; por ejemplo, en algunas partes de India los tiempos de retención en invierno pueden variar de 30 hasta 50 días, mientras que en los países con el clima más frío puede subir a 100 días⁷⁰, y en experimentos en reactores a escala se han determinado tiempos de retención adecuados de 15 a 30 días.⁷³

D. Nivel de pH

Inicialmente los microorganismos formadores de ácidos, se encargan de destruir la materia orgánica y producir ácidos grasos volátiles, que pueden durar aproximadamente dos semanas, como resultado de la presencia de estos, el pH baja a 6 ó menos, después de este tiempo las bacterias metanogénicas comenzarán a ejercer su acción sobre los ácidos grasos volátiles, para generar metano y CO₂, además se forma amoníaco, debido a que se degradan proteínas, todo esto hace que el pH aumente arriba de 7, generalmente entre 7.5 y 8.5, por eso se indica mantener el pH de 6.8 a 7.6 para una producción óptima de biogás, esto lo indica Bouallagui⁷⁴, para la generación de biogás a partir principalmente de desechos de frutas y vegetales.

El pH tiene efectos determinantes sobre la actividad biológica del proceso, el mantener el pH estable es esencial para los seres vivos. La mayor parte de los procesos vivos tienen lugar entre un pH de 5 y 9, en el digestor las bacterias son más exigentes y su valor de pH varía de 7.5 a 8.5.⁷⁵

Existen dos problemas fundamentales en la estabilización del pH:

- a) Que la solución sea demasiado ácida con un pH=6 ó menos, es lo que se ocasiona por la adición rápida de las materias primas ó por grandes fluctuaciones de la temperatura, la presencia de sustancias tóxicas ó por la acumulación de espumas. Para solucionar estos problemas se recomienda:
 - Reducir la rapidez de alimentación.
 - Agregar amoníaco.
 - Estabilizar la temperatura.
 - Retirar la espuma.
- b) Que la solución sea demasiado alcalina pH=9 ó mayor, esto se debe a que las materias primas iniciales fueron demasiado alcalinas. Esto se corrige, ya que se producirá una gran cantidad de CO₂, que hará que la mezcla se haga más ácida y se mantenga el pH dentro del intervalo correcto, para que la digestión esté equilibrada.

E. Porcentaje de sólidos

Toda la materia orgánica está compuesta de agua y una fracción sólida; esta última es llamada sólidos totales. Los sólidos totales contenidos en un digestor son también un factor importante por considerar, para asegurar que el proceso de digestión se lleve a cabo en forma satisfactoria, estos sólidos representan la suma de los sólidos volátiles contenidos en el material y sus cenizas representadas por material inorgánico.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

El porcentaje de sólidos totales, dependerá del tipo de desecho que se maneje, y por lo tanto, se debe establecer el grado óptimo de dilución, para cada tipo de desecho.

Experimentalmente se ha demostrado que una carga que contenga entre 7 - 9% de sólidos totales, es óptima para la digestión. Para calcular el volumen de agua que se debe mezclar con la materia prima y de esta manera obtener el porcentaje de sólidos totales deseado, es indispensable establecer:

- a) % de sólidos totales de materia orgánica utilizada.
- b) % de sólidos deseados en la mezcla.

En la siguiente tabla, se presentan datos promedio sobre el contenido de sólidos totales de diversos desechos y la cantidad de agua que hay que agregar por cada kilogramo de materia, para obtener mezclas con 8% de sólidos totales.

Indica Morales⁶⁷, que la movilidad de las metanogénicas dentro del sustrato, se ve gradualmente mermada por un contenido creciente de sólidos, y como resultado la producción del biogás puede sufrir disminución, por eso se indica una concentración de sólidos de 7 a 9%.

Tabla 15. Datos promedio del contenido de sólidos totales⁷⁶

MATERIAL	SÓLIDOS TOTALES %	LITRO DE AGUA POR KG DE DESECHO PARA OBTENER 8% DE SÓLIDOS TOTALES
Heces humanas	17	1.1
Estiércol de vaca	20	1.5
Caballos, bueyes y mulas	25	2.1
Cerdos	18	1.3
Ovejas	32	3
Gallinas	44	4.5
Cáscara de cacahuete	96.6	11.1
Hojas secas de árbol	50	5.3
Paja de arroz	92.6	10.6
Rastrojo y hojas de maíz	77	8.6
Papel periódico	93	10.6

F. Inhibición de nitrógeno y relación C/N

Todos los sustratos contienen nitrógeno, la cantidad contenida debe de ser la necesaria, por que cuando se presentan valores más altos de pH o una concentración relativamente baja de nitrógeno, se puede inhibir el proceso de fermentación. Ocurre una inhibición notable a una concentración de apenas 1700mg de amonio-nitrógeno (NH₄-N) por litro de sustrato, sin embargo, dado el suficiente tiempo, las metanogénicas son capaces

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

de adaptarse a concentraciones de $\text{NH}_4\text{-N}$ en el intervalo de 5000-7000mg/l de sustrato, siendo el principal prerrequisito, que el nivel de amoníaco no exceda 200-300mg de $\text{NH}_3\text{-N}$ por litro de sustrato.¹⁵

La velocidad de disociación de amoníaco en agua, depende de la temperatura del proceso y el valor de pH de la mezcla del sustrato.

Los microorganismos necesitan de la asimilación en sus estructuras celulares, tanto de nitrógeno como de carbono; diversos experimentos han demostrado que la actividad metabólica de las bacterias metanogénicas, debe estar comprendida entre 15:1 y 45:1 pero se puede optimizar a una relación C/N de aproximadamente 30:1, ya que las bacterias consumen carbono con una rapidez treinta veces mayor que el consumo de nitrógeno, pero el punto óptimo varía de un caso a otro, dependiendo de la naturaleza del sustrato.⁷⁴

Tabla 16. Relación C/N de diversos desechos^{77, 78}

DESECHOS ANIMALES Y DESECHOS VEGETALES	
MATERIAL	C/N
Bovinos	18
Equinos	25
Ovinos	22
Porcinos	20
Aves	7.9
Excretas humanas	3
Paja de trigo	87
Paja de arroz	67
Paja de avena	48
Rastrojo de sorgo	53
Rastrojo de maíz	53
Hojas secas	41
Rastrojo de soya	32
Aserrín	200-500
Cáscara de cacahuete	36

Si hay muy poco nitrógeno, las bacterias presentes no serán capaces de utilizar todo el carbono presente y el proceso resulta ineficiente.

Cuando hay demasiado nitrógeno, el carbono se agota con rapidez y la fermentación cesa, el nitrógeno restante se pierde como amoníaco, y esta pérdida de nitrógeno reduce la calidad de los lodos residuales.

G. Agitación del sustrato

La generación del biogás, depende totalmente de que los microorganismos cumplan en forma óptima su ciclo biológico y de ahí mantener las mejores condiciones, con el fin de mantener la estabilidad del proceso dentro del digestor. La agitación hace la diferencia entre una digestión de alta velocidad y una lenta o convencional.

Los fines más importantes de la agitación son:

- Remoción de los metabolitos producidos por más metanogénicas (gas).
- Mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana (inoculación).
- Prevención de formación de espuma y sedimentación.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- Evitación de gradientes pronunciados de temperatura dentro del digestor.
- Prevención de la formación de espacios muertos, que reducirían el volumen efectivo del digestor.

Uno de los problemas que se presenta durante la digestión, es la formación de natas en la superficie de la mezcla, principalmente por la materia orgánica de los desechos orgánicos que no se alcanzan a digerir durante el proceso, ésta nata llega a tapar las salidas del biogás, por eso se sugiere una agitación suficiente que no permita que la nata solidifique. Para este caso la agitación se presenta al momento de realizar la carga de los desechos y descarga del licor, ya que estos se realizan a diario en plantas continuas.⁷⁹

Por lo regular las plantas pequeñas de biogás, son construidas con digestores horizontales para obtener su óptimo mezclado, dadas las condiciones que proporcionan.

En EUA se utilizan agitadores continuos en los digestores para evitar problemas, solo que se genera un gasto mayor en la energía eléctrica.⁷³

H. Factores de inhibición

La presencia de metales pesados, el amoníaco libre, el ácido sulfhídrico, antibióticos y detergentes usados en la cría de ganado, puede tener un efecto de inhibición sobre el proceso de biometanación, estas sustancias no deben de rebasar ciertas concentraciones límite.

Los principales parámetros para juzgar el desempeño de un digestor, son la producción de gas y su composición, velocidad y grado de destrucción de los sólidos orgánicos, alcalinidad, contenido de ácidos orgánicos y nivel de pH.

Tabla 17. Componentes del biogás en función del sustrato utilizado⁸⁰

COMPONENTE	RESIDUOS AGRICOLAS	LODOS DE DEPURADORA	RESIDUOS INDUSTRIALES	GAS DE VERTEDERO
Metano	50-80%	50-80%	50-70%	45-65%
Agua	Saturado	Saturado	Saturado	Saturado
Dióxido de carbono	30-50%	20-50%	30-50%	34-55%
Hidrógeno	0-2%	0-5%	0-2%	0-1%
Sulfuro de hidrógeno	100-700 ppm	0-1%	0-8%	0.5-100 ppm
Amoníaco	Trazas	Trazas	Trazas	Trazas
Monóxido de carbono	0-1%	0-1%	0-1%	Trazas
Nitrógeno	0-1%	0-3%	0-1%	0-20%
Oxígeno	0-1%	0-1%	0-1%	0-5%
Compuestos orgánicos	Trazas	Trazas	Trazas	5 ppm de terpenos y ésteres

2.3.5 Residuos del biogás

Dentro de los productos secundarios que se obtienen en la producción de biogás, se encuentran un sobrenadante y un lodo fertilizante (bioabono o biofertilizante) aprovechable de calidad; el lodo tiene utilidades importantes, mismo que depende principalmente de las características de la materia prima utilizada.⁶⁶

➤ Sobrenadante:

Es una suspensión muy concentrada de partículas sólidas, de dimensiones coloidales de células bacterianas y de sólidos disueltos, el material inerte del sobrenadante biológicamente es altamente inestable y por consecuencia, el sobrenadante no se puede desechar en el ambiente circundante sin tratamiento, sin producir un impacto seriamente desfavorable. Durante la operación, una porción sustancial se recircula al digestor, esta recirculación es muy útil debido a la magnitud de las poblaciones microbianas suspendidas en el sobrenadante, y a la apreciable concentración de nutrientes no utilizados. El sobrenadante que no se recircula, puede esparcirse en el terreno junto con los lodos.¹⁵

➤ Lodos:

Los lodos, son residuos orgánicos de excelentes propiedades fertilizantes, de tal modo que el uso de ésta tecnología, canaliza a un tratamiento que acelera la fermentación de los mismos y acorta el período de liberación de nutrimentos en el producto que será empleado para fines tradicionales, referentes a la adición de fertilizantes orgánicos. Numerosos investigadores sugieren que para vegetales terrestres y acuáticos, es más valioso como fuente de nitrógeno que el nitrógeno oxidado.

El lodo muestra una fuerte semejanza al producto del compostaje aeróbico, sin embargo se aconseja someter los lodos a un proceso de compostaje, antes de aplicarlo al terreno. Se recomienda dejar que los sedimentos envejecen unas cuantas semanas al aire libre, o bien en recipientes cerrados (en recipientes de plástico) durante unos cuantos meses, antes de usarlos en los cultivos.

Las principales ventajas del efecto fertilizante de estos lodos, se mencionan en los siguientes puntos:

- Poseen mayor cantidad de nitrógeno que la materia prima original en base seca.
- El hidrógeno que contiene es fácilmente asimilable por las plantas.
- En comparación con el estiércol fresco, no posee olores desagradables.
- No contiene bacterias patógenas o semillas de malas hierbas, ya que el proceso de digestión las elimina.
- Un metro cúbico de bioabono producido diariamente, puede fertilizar más de dos hectáreas de tierra por año.
- El incremento de la producción agrícola por el uso de lodos, alcanza un promedio de 10 - 20%.⁶⁷

2.3.6 Tipos de plantas (Digestores ó biorreactores)

Los biodigestores anaerobios, son tanques cerrados donde la materia orgánica y el agua residual se transforman en biogás y bioabono, estos biodigestores se pueden operar por tres métodos de carga diferentes: por lotes, semicontinua y continua.

Los biodigestores anaerobios UASB (reactor anaerobio de flujo ascendente y manto de lodos) están constituidos, indica Castro⁸¹, por cuatro componentes básicos, los cuales permiten un correcto tratamiento de la materia prima; estos componentes se mencionan a continuación:

- 1) El reactor propiamente dicho, donde proliferan los organismos anaerobios que transforman la materia orgánica en biogás y nuevos organismos.
- 2) Una zona de transición donde el movimiento del agua hacia arriba tiende a arrastrar a los organismos que no están aglutinados en flóculos ó esferas (fenómeno conocido como elutriación, del latín elutrio, elutriatum, arrastrar) y en la que se busca evitar que esas partículas salgan con el efluente tratado.
- 3) Una zona de separación del gas de la fase líquida.
- 4) Colectores de agua tratada y de gas en la parte superior. En este proceso, el agua residual o lodo entran al digestor por el fondo y fluyen hacia arriba a través de una cama de lodos granulares relativamente densa y de un manto de partículas de lodo floculado. Dentro de estas zonas se efectúa la conversión de materia orgánica a metano y dióxido de carbono, principalmente.

Existen muchos tipos de plantas para producir biogás a partir de desechos; sin embargo todos se pueden generalizar en tres tipos principales, ya sea por la apariencia física ó por el tipo de operación:

Clasificación por la apariencia física:

- 1) Plantas de globo, ó tipo balón:

Este tipo de plantas, tiene en la parte superior un digestor de bolsa totalmente sellado, en el cual se almacena el gas en la parte superior, la entrada y la salida se encuentran en la misma superficie de la bolsa. Sus ventajas son: su bajo costo, fácil transportación, poca sofisticación de construcción, altas temperaturas de digestión, fácil limpieza, mantenimiento y vaciado.

Sus desventajas son: su corto tiempo de vida, que se estima en aproximadamente 5 años, alta susceptibilidad a ser dañado, baja generación de empleo y por lo tanto limitado potencial de autoayuda.

- 2) Plantas de domo fijo ó cúpula fija:

Consisten en un recipiente fijo e inmóvil para gas, que se coloca en la parte superior del digestor, cuando comienza la producción de gas, la mezcla se desplaza hacia el tanque de compensación, la presión del gas aumenta con el aumento de volumen del gas almacenado y con la diferencia de altura entre el nivel de la mezcla en el digestor y el nivel de la mezcla en el tanque de compensación.

Sus ventajas son: los costos de construcción relativamente bajos, una larga vida útil si se le da mantenimiento, además de ser una construcción subterránea.

- 3) Plantas de tambor flotante ó campana flotante:

Consisten en un digestor subterráneo y un recipiente móvil para gas. El recipiente para gas flota, ya sea directamente sobre la mezcla de fermentación ó en una chaqueta de agua, el gas se recolecta en el tambor de gas que se levanta o baja de acuerdo con la cantidad de gas almacenado.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Sus ventajas son: su operación simple, el volumen almacenado de gas es visible directamente, la presión de gas es constante, determinada por el peso del recipiente del gas, la construcción es relativamente fácil; los errores en la construcción no llevan a problemas mayores en la producción de gas.

Sus desventajas son: los altos costos de los materiales para el tambor y el acero, la susceptibilidad a corrosión de las partes de acero, por lo que la vida útil de la planta es más corta, además se tiene costos fijos de mantenimiento para pintar el tambor; cabe mencionar que últimamente se ha experimentado con tambores de fibra de vidrio en lugar de acero y se han obtenido buenos resultados.

En Colombia⁸² y la Habana (Cuba)¹⁷, se trabaja con biodigestores de tipo balón y de cúpula fija, reportando mejores resultados en la producción y rendimiento de biogás el de tipo balón en contraste con las publicaciones realizadas en Nueva Delhi (India)⁷⁰, que reportan mejores resultados con los biodigestores de cúpula fija en la producción de biogás.

Figura 11. Planta de biogás tipo tambor flotante, en Palmeiras Colombia



Figura 12. Planta de biogás tipo globo en Alemania



Figura 13. Planta de biogás en Monterrey, primera planta en México



Clasificación por el tipo de operación:

Tipo de operación	Tipo de Digestor
1) Por lotes o Batch.	Olade – Guatemala.
2) Semicontinua.	Hindú, Chino y Horizontal.
3) Continua.	Filtros anaeróbios, etapas múltiples.

En el caso de las plantas por lotes, son cargados sólo una sola vez en forma total; se sella herméticamente al aire y se deja que fermente hasta que produzca gas, cuando la producción del gas cesa, se vacía el digestor y se vuelve a cargar con un nuevo lote, estos tipos de biodigestores son recomendables cuando la disponibilidad de la materia orgánica es esporádica, cuando hay requerimiento de biofertilizante en épocas específicas del año.

Su ventaja es la poca atención que requiere diariamente, y la desventaja es que requieren de gran energía para vaciarlos y cargarlos.

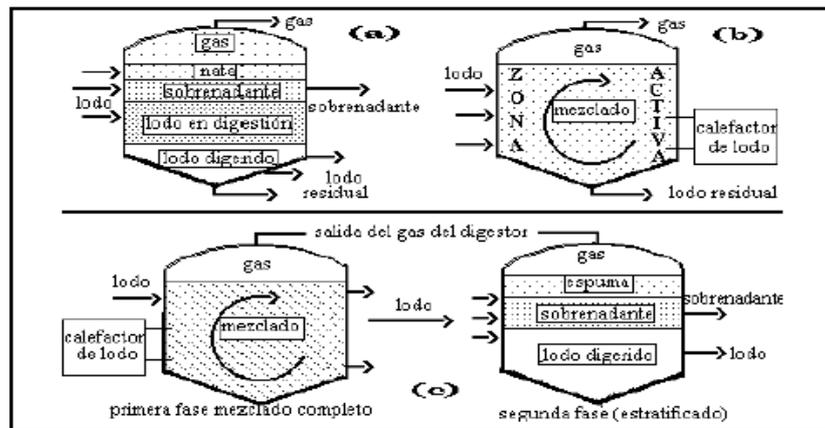
En el caso de las plantas semicontinuas, su carga es constante pero intermitente, ésta puede efectuarse una vez al día, por lo tanto, el índice de producción tanto de gas como de fertilizante, es relativamente continuo.

El de tipo hindú presenta como ventaja, una buena eficiencia en la producción de biogás, generando entre 0.5 y 1 volumen de gas por 1 volumen de digestor y como la campana esta a nivel del suelo, es fácil sacarla una vez al año para pintarla y al mismo tiempo extraer las natas que se han formado en la mezcla; su desventaja es que su costo en general es mayor que el de los digestores de tipo chino.

El de tipo chino presenta como ventaja una eficiente producción de bioabono y como desventaja, es poco eficiente para la generación de biogás.

El digestor horizontal presenta como ventajas, grandes volúmenes de biogás y bioabono en la producción, así como un buen grado de control de la planta; como desventaja presenta que cuando se necesita trabajar con volúmenes mayores de 15m³, se necesita realizar una excavación de un pozo vertical que resulta problemática; de los biodigestores semicontinuos, es el más apropiado para generación de biogás a nivel industrial.

En el caso de las plantas continuas, su uso principalmente está destinado para el tratamiento de aguas negras o residuales, como ventaja presenta una eficiente producción de biogás, por lo que se usan en instalaciones industriales y como desventaja en general es que son plantas muy grandes físicamente, por lo que sus instalaciones corresponden a instalaciones de tipo comercial.⁶⁷

Figura 14. Digestores típicos⁸¹

- a) proceso convencional de fase única y de baja tasa;
 b) proceso de fase única tanque de mezcla completa y de alta tasa;
 c) proceso de doble fase

2.3.7 Experiencias a nivel mundial, sobre la implementación del biogás

- En Argentina⁸³ y Santiago de Cuba (Cuba)⁸⁴, se realizan experimentaciones con 2 biodigestores UASB en serie, para que el primero realice el pretratamiento a la materia prima y elimine patógenos, y posteriormente el segundo genere el biogás, los resultados de las experimentaciones precisan, que el proyecto ha dado como resultado la eficiencia del 70% de metano, en la producción de biogás.
- En Irlanda, se realizan experimentaciones para establecer el mejor método para generar CH₄ enriquecido ó biogás para uso como combustible en el transporte y poderlo implementar, dado que es preferible importar la tecnología limpia para la generación de electricidad, que quemar el biogás en calderas y plantas para satisfacer la demanda energética, se requirió en el año 2005 la inversión de 315 millones de euros, con la cual su podría sustituir para finales del mismo año el 2% la utilización del petróleo y para diciembre del año 2010 el 5.75%, así como se esperaba se reducirían las emisiones del transporte en por lo menos un 12%.⁸⁵
- En Paris (Francia), se realizan experimentaciones sobre plantas generadoras de biogás, donde se pretende implementar una cogeneración en las plantas de biogás, para producir biogás y con los excedentes generar energía eléctrica para el mismo proceso, con este proceso se pretende reducir las emisiones de CO₂ al ambiente. En la cogeneración se utilizan dos digestores separados para agilizar la producción del biogás y la separación del fertilizante.⁸⁶
- En países como China e India, ya tienen un par de décadas produciendo biogás en biodigestores anaeróbios con resultados muy favorables; en la actualidad estos dos países son los que cuentan con el mayor número de plantas de biogás a nivel mundial, y las publicaciones indican que las mejores eficiencias se obtuvieron cuando el clima del lugar se incrementaba. Los resultados económicos, no se pueden generalizar pues cambiarán de acuerdo a las circunstancias de cada lugar, cabe mencionar que en el caso de estos países, emplean de manera tradicional el biogás como combustible para calefacción,

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

cocina e iluminación y a la vez van reparando los suelos degradados a través de siglos de cultivo. Hay aproximadamente 3 millones de plantas de biogás de tamaño familiares en India, y las plantas más populares instaladas en ese país son de dos tipos, de tambor flotante y de domo fijo; ambos tipos de plantas producen biogás integrado generalmente por CH₄ en 55% - 65% y CO₂ en 35% - 45%. Los resultados de la experimentación indican, que la emisión del metano en las distintas plantas investigadas, reveló que las plantas instaladas en colinas se generó menos de la mitad de metano que en las plantas de instaladas en la región llana del país, con la capacidad similar. Así mismo se agregó la orina ganadera rutinariamente con el estiércol de la vaca, y lo que ocasionó fue una mejora en la producción del biogás. El fragmento de orina en las excretas de animales producía la simulación de la actividad de bacterias, originando finalmente un aumentó en la producción durante los meses de temperatura más baja, ya que los cambios de temperatura varían demasiado en el año, por ejemplo, las plantas instaladas mostraron un mejor activo en el intervalo mesofilico (21–33°C), en los meses de marzo a noviembre y en el psicofilico (11–17°C) durante el resto del año. La emisión del metano se incrementó con el aumento en la temperatura mensual, aunque también se presentó una caída drástica en la producción y emisión del metano que se observó durante los meses invernales (de diciembre a febrero), cuando la temperatura era tan baja como 11°C durante enero.⁸⁷

- En Bombay (India), se inventó un nuevo tipo de proceso determinado SBT que se espera implementar industrialmente, se trata de plantas de biogás que lo generan a partir de las aguas residuales y el agua como efluente es reutilizable, también el proceso en general presenta costos efectivos de producción y con esto se puede combatir el problema de los desechos, ya que por más 50 años se ha utilizado el compostaje, perdiendo así la bioenergía aprovechable de los desechos.⁸⁸
- En Rusia, se realizan proyectos de factibilidad para la generación de hidrógeno puro y biogás simultáneamente.⁸⁹

Tabla 18. Valores promedio de poder calorífico de diferentes combustibles y su equivalente referido al biogás⁹⁰

COMBUSTIBLE	Kcal/m ³	Kcal/kg	EQUIVALENTE A 1000 m ³ DE BIOGÁS
Biogás	5,335	-	1 000 m ³
Gas natural	9,185	-	581 m ³
Metano	8,847	-	603 m ³
Propano	22,052	-	242 m ³
Butano	28,588	-	187m ³
Electricidad	860 Kcal/Kwh	-	6,203 Kwh
Carbón	-	6,870	776 kg
Petróleo	-	11,357	553 kg
Combustóleo	-	10,138	528 kg

3.1 Marco Legal e Institucional del Sector Energético

La estructura del sector energético nacional, responde a lo dispuesto en los artículos 25, 27 y 28 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, el mandato constitucional establece que:¹⁸

En primer lugar, corresponde exclusivamente a la nación el dominio directo del petróleo y de todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos ó gaseosos; en segundo lugar, la Nación dispone de la facultad exclusiva para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación de servicio público, así como el aprovechamiento de los combustibles nucleares para la generación de energía nuclear y la regulación de sus aplicaciones para otros propósitos; y en tercer lugar, el texto constitucional marca una diferencia entre las áreas estratégicas, aquellas funciones exclusivas del estado que no constituyen monopolio, y las actividades de carácter prioritario para el desarrollo, actividades donde el estado puede participar por sí mismo ó en conjunto con los sectores privados y social, manteniendo la rectoría y otorgando concesiones ó permisos.

Los ejemplos de las primeras áreas en el sector energético son el petróleo y los demás hidrocarburos, la petroquímica básica, los minerales radioactivos, la electricidad y la generación de energía nuclear. Finalmente la constitución dicta que el estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo tanto de las áreas estratégicas, como de las actividades de carácter prioritario.

A partir de lo dispuesto en el artículo 27 constitucional, y por lo establecido en los artículos 25 y 28 se derivan las leyes secundarias, reglamentos, directivas y normas oficiales que regulan la actividad dentro del sector energético mexicano, estas directivas se presentan desglosadas en el Anexo 2.

Con la posible implementación de los bioenergéticos en México, se tendría que realizar un análisis a fondo de lo que requeriría la implementación ante el Marco Legal, a continuación se presentan los requerimientos en forma general que se tendrían que presentar:

En primera instancia se tendría que presentar el proyecto a la SE (Secretaría de Energía) para su aprobación y fomento de éste, así mismo como los bioenergéticos son fuentes renovables y su Marco Legal comienza a establecerse puntualmente, el proyecto de los bioenergéticos se tendría que presentar a la SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) y proponer una concesión de no cobro de impuestos, para el fomento de la generación en México de las energías renovables alternativas.

La CRE (Comisión Reguladora de Energía) sería el órgano encargado de regular el proyecto del biogás, ya que con la implementación de este, la distribución se tendría que realizar por ductos.

En la implementación de los bioenergéticos en México, la CONASENUSA (Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias) no intervendría, ya que no se trata de alguna energía nuclear.

La CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) sería el órgano principal de apoyo, para la realización de la implementación en México de los bioenergéticos, ya que esta Institución es la encargada del uso eficiente de energías renovables y es un órgano de consulta y orientación conforme a la Ley en México.

El IMP (Instituto Mexicano del Petróleo) podría ser el encargado de realizar una investigación más a fondo, para la implementación de los bioenergéticos y la forma adecuada para usarse en mezcla el bioalcohol con la gasolina

en un principio en México, y su generalización en forma conjunta con los energéticos provenientes de los hidrocarburos.

El IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas) podría ser un órgano de apoyo, para la investigación e implementación del biogás, en la cogeneración de energía eléctrica para diversos usos industriales.

El ININ (Instituto de Investigaciones Nucleares) no tendría ninguna función en la implementación de los bioenergéticos alternativos.

Ya que PEMEX (Petróleos Mexicanos) tiene por objeto ejercer la conducción central y la dirección estratégica de todas las actividades que abarca la industria petrolera, el proyecto de los bioalcoholes se tendría que autorizar por esta paraestatal, para su implementación en México y su dirección a futuro en su caso.

Si la implementación de los bioenergéticos en México se realizara por particulares, se tendría que realizar una investigación más a fondo sobre los inconvenientes del almacenamiento, transportación y distribución del biogás, ya que el artículo 27 especifica gas natural.

Esta reforma a la ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, ampara totalmente la cogeneración, autoabastecimiento, pequeña producción, importación y exportación del biogás en México.

Con la implementación de bioalcohol metílico, se tendría que realizar un análisis económico a fondo, para ver la opción más competitiva, entre la producción de este energético en la industria petroquímica o producirlo particularmente.

Igual que con el gas natural, si la implementación del biogás se realizara por particulares, se tendría que realizar un estudio de los beneficios e inconvenientes que el marco regulatorio del gas L. P. conllevaría al biogás.

3.1.2 Análisis del Sector Energético en México

De acuerdo a lo que dicta el Marco Legal e Institucional del Sector Energético Mexicano, se ha creado polémica en cuanto a los cambios prudentes que se le pueden hacer a éste; a continuación se presenta un análisis del Marco Legal y como beneficia y (ó) perjudica la producción de energéticos alternativos renovables:

El gobierno federal ha realizado una serie de procesos de reestructuración, que buscan principalmente la especialización de la Secretaría de Energía en subsectores: hidrocarburos y electricidad, sin perder de vista el importante y necesario papel de la formulación de la política energética nacional; al analizar las modificaciones y adiciones realizadas a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica en diciembre de 1992 y en su Reglamento, con sus sucesivas modificaciones y ampliaciones, muestran que no contemplan las particularidades necesarias del amplio espectro de participación, de permisionarios ni las peculiaridades de la explotación de energías renovables, considerando sus modalidades de energía de flujo o almacenamiento; también al analizar el gran incremento del que ha sido objeto el gas natural a partir de enero de 2004, muestra que el alto precio de este energético, ha ocasionado el cierre de miles de empresas del sector manufacturero, en específico, en los sectores químico, petroquímico, textil, de aceites, vidrio y siderúrgico, entre otros⁹¹, y por tanto es incongruente que en México, el gas natural tenga uno de los precios más altos del mundo y al mismo tiempo cuente con reservas probadas de gas natural que se calculan en 22 billones de pies cúbicos (equivalentes a 4,460 millones de barriles

de petróleo crudo) y que al ritmo de producción actual, son suficientes para satisfacer la demanda de gas natural del país durante los próximos 22 años.

El alza en los precios del gas natural se contrapone a los objetivos que persigue la Secretaría de Energía, a quien compete, conducir la política energética del país dentro del marco constitucional vigente, para garantizar el suministro competitivo suficiente, de alta calidad económicamente viable y ambientalmente sustentable de energéticos que requiere el desarrollo de la vida nacional, dadas las circunstancias adversas que residen en las Leyes dentro del Marco Legal e Institucional del Sector Energético⁹², varios Partidos Políticos y Organizaciones han propuesto varios puntos importantes a partir del año 2003, para complementar las leyes que rigen al Sector Energético y edificar un desarrollo humano sustentable capaz de fortalecer las comunidades, concediendo a todas las personas oportunidades para una vida mejor, otorgando a las generaciones futuras condiciones suficientes para su bienestar y el aseguramiento de la energía a través del uso y fomento de las energías alternativas renovables⁹³; dentro de estos puntos se encuentran siete de gran importancia y se mencionan a continuación:

- El porvenir de las comunidades, está inexorablemente vinculado con su entorno natural, dado que la naturaleza es la fuente original de los bienes, que requieren las personas para vivir y los recursos naturales son parte del inventario de la riqueza nacional y patrimonio común de las personas, su aprovechamiento debe ser sustentable, pero adecuado para asegurar su utilización eficiente en beneficio de las personas. El equilibrio entre el crecimiento económico y social, desarrollo tecnológico y medio ambiente, debe ser responsabilidad compartida de personas, comunidades y gobierno.
- Una política de Estado que frene el deterioro ambiental y la depredación de los recursos naturales, impulsando una nueva conciencia ciudadana responsable con su entorno natural, donde se reconozca que cada persona, presente y futura, tiene derecho a un ambiente sano, en armonía con la naturaleza y la comunidad.
- Promover estrategias, para un consumo responsable a través de políticas de reducción, reciclaje y reutilización, que permitan minimizar el uso y el deterioro de los recursos naturales, incluyendo los energéticos.
- Las tierras cultivables, los bosques y las selvas tropicales, así como la pureza del aire, deben ser preservados con medidas que eviten su depredación, contaminación y destrucción sistemática, el aire y la biodiversidad deben ser considerados por la ley como elementos centrales de la riqueza nacional y factores de la soberanía de nuestro país.
- Se debe fomentar el uso de energías alternas y renovables como la eólica, la hidráulica, la geotérmica y la producida a partir de la biomasa que, a su vez, permitan mitigar los impactos ocasionados por el cambio climático, el desarrollo de infraestructura que contemple tecnología industrial, para no afectar el medio ambiente, el incremento de áreas verdes y el cuidado de reservas ecológicas, así como el aprovechamiento moderado de los recursos energéticos, la instrumentación del sistema de cuencas hidrológicas y la

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

vigilancia para el uso adecuado de los suelos, son políticas ambientales de impostergable aplicación en áreas urbanas y rurales.

- Promover un nuevo modelo energético, fundado en el interés nacional y en el respeto al desarrollo humano sustentable, la autosuficiencia de insumos energéticos y su garantía de abasto a precios competitivos, debe ser una obligación para salvaguardar el porvenir.
- Implementar mejores mecanismos, para la fijación de precios más competitivos del gas natural, a fin de promover una disminución en el precio actual del gas natural; y realizar mayores inversiones y en la exploración y producción de gas natural, para evitar la importación de este energético y, en consecuencia, contar con un suministro abundante de gas natural, que proporcione la estabilidad en los precios, mejorando la competitividad del país en un entorno global y promoviendo tarifas preferenciales a los consumidores nacionales, para así fomentar el desarrollo de este sector de la industria energética en México.

Es necesario ampliar los alcances del Marco Legal de los Energéticos, haciendo énfasis promocional en las energías renovables, como el elemento básico inductor de la transición energética a un sistema sustentable, ya que la carencia de objetivos para las energías renovables en la oferta nacional de energía, hace innecesaria la existencia de instrumentos para la coordinación, supervisión y ejecución de planes y programas.

Durante la administración del presidente Miguel de la Madrid, el mandato sobre energías renovables recayó en el IIE, y en la presente administración, sobre la CONAE, pero sin la existencia del correlativo programa y recursos para su ejecución, se carece de instancias institucionales que coordinen y supervisen el trabajo sobre investigación y desarrollo, demostraciones, promoción y financiamiento; los cuales por demás, se han realizado en México de manera descoordinada y en ocasiones repetitiva.

Para las energías renovables y las energías en general, existe una indefinición jurídica, que parte de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, si bien el Artículo 27 Constitucional establece el dominio de la nación sobre los recursos naturales, al no referirse a las energías renovables en particular; las deja en un vacío jurídico al momento de establecer la reglamentación de concesiones y explotación, así como de declarar reservas territoriales a las áreas susceptibles de explotación en gran escala para la generación de energías; por otra parte, las peculiaridades ambientales como las energías difusas, intermitentes y generalizadas, su bajo impacto ambiental y su carácter prácticamente inextinguible como base de un sistema energético sustentable, amerita un énfasis especial.

Las energías renovables, requieren de una definición jurídica para ser objeto de derecho y de regulaciones específicas, atendiendo a sus propias características; la explotación de los combustibles fósiles, no puede tener los mismos criterios que la explotación de las energías renovables, ya que México se encuentra en un proceso mundial de transición energética hacia un modelo de desarrollo sustentable, en el cual, es deseable que los instrumentos y políticas energéticas promuevan e incentiven lo que haya que promover e incentivar y desalienten y penalicen lo que haya que desalentar y penalizar.

Un punto importante para promover e incentivar, es una metodología de evaluación económica que considere las disimilitudes entre energéticos fósiles y renovables y de una base normalizada de comparación económica que permita establecer condiciones reales de mercado y competencia económica; existen los mecanismos financieros adecuados, para el desarrollo de las inversiones en la generación eléctrica a partir de las energías renovables, pero es indispensable un marco regulador que garantice la compra de la energía eléctrica generada, bajo un contrato de largo plazo, que permita cubrir el crédito concedido para su realización.⁹⁴

Por otra parte, no se han explicado dentro de la política, las ventajas ambientales de la utilización de energías renovables y su valor económico inherente, además de que es evidente la existencia de un proceso centralista, no lo suficientemente claro y sí muy engorroso, para realizar los trámites del informe preventivo de impacto ambiental y obtener el visto bueno del Instituto Nacional de Ecología (INE), otro elemento que distorsiona la determinación de costos de los energéticos así como de la electricidad a partir de diversas tecnologías y recursos primarios, es que no existe aún un consenso, por no decir legislación, que considere incluir los costos ambientales.⁹⁵ La internalización de estos costos ha sido un tema polémico, por señalar lo menos, ya que trasciende un asunto meramente metodológico al abarcar espacios de intereses legítimos e ilegítimos.

Una forma neutra de costear la generación eléctrica, considerando esas externalidades, es justamente asumiendo no provocarlas, lo que significa considerar una termoeléctrica sin emisiones de gases a la atmósfera como son los -NO_x, SO₂ y CO₂- y sin consumo de agua de enfriamiento. Por otra parte, la utilización de recursos naturales no renovables tiene un costo social, al significar una depreciación de los recursos naturales vistos como reservas.

Estas reflexiones muestran, que desde el punto de vista del desarrollo sustentable se carece de los elementos metodológicos, que permitan realizar análisis de alternativas con el menor costo integral a largo plazo.

Iniciar una transición energética es una decisión de Estado, que obedece a criterios de seguridad nacional y debe procurar una evolución estructural ordenada, que evite condiciones de ruptura, trastornos económicos y sociales, que pongan en riesgo la estabilidad política, la transición a una etapa poscombustibles fósiles es un tema recurrente desde la crisis petrolera de octubre de 1973, la cual, sumada al proceso actual de cambio climático, vino a acelerar la transición y a consolidar la tendencia hacia un nuevo esquema energético, que se alcanzará en el transcurso de una generación, es decir, 30 años más.

La energía eléctrica siempre se ha considerado como el principal motor del desarrollo económico y social en los países en vías de desarrollo y por lo general las empresas suministradoras del servicio son monopolios estatales, y tradicionalmente subsidian la energía eléctrica; lo que la experiencia ha mostrado es que los subsidios provocan un uso ineficiente y una mayor intensidad energética por unidad de producto.

El punto de partida para iniciar una reestructuración energética es la voluntad política para hacerlo, esta voluntad política surge de la convicción de la necesidad ineludible, de un replanteamiento estratégico del desarrollo del sector energético en general y del eléctrico en particular.

México país petrolero por excelencia, no se considera aún que tenga un problema energético alguno, al grado de carecer de una política de desarrollo idóneo de mediano y largo plazos. El plan de desarrollo energético ha sido tradicionalmente la suma aritmética de los programas de expansión del sector eléctrico, CFE (Comisión Federal

de Electricidad) y LYFC (Luz y Fuerza del Centro), y de PEMEX. Los problemas actuales se reducen a considerarlos problemas de caja y los mecanismos de privatización que se ensayan, corresponden más a una moda que a una estrategia clara de abordar los retos del futuro.

Esto ha cambiado últimamente, sin embargo, persiste la debilidad estructural; existen cuatro instancias básicas, las empresas suministradores del servicios eléctrico (CFE y LYFC), PEMEX, las instituciones de Investigación así como de Desarrollo y la Comisión Reguladora de Energía. La CONAE puede constituirse en la otra instancia básica en relación con las energías renovables y la eficiencia energética. Por otra parte, la investigación y desarrollo relativos a las energías renovables, requiere de un marco institucional adecuado, mecanismos de financiamiento apropiados y coordinación con los centros de investigación de las instituciones de educación superior, que complementen el desarrollo tecnológico con la formación de los cuadros técnicos necesarios.

La investigación aplicada que se realiza en las instituciones de educación superior, es fundamental para la formación de científicos y tecnólogos, pero no es el ámbito adecuado para el desarrollo tecnológico que implica patentes; una de las grandes debilidades estructurales es considerar que bajo la cobertura de la Secretaría de Educación Pública, el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) y el SIN (Sistema Nacional de Investigadores) se hace desarrollo tecnológico en México; se tiene que distinguir entre la investigación básica y aplicada, que se realiza en el entorno del sector educativo y el desarrollo tecnológico que se debe traducir en patentes, licencias de productos y procesos a transferirse al sector productivo, bajo la cobertura institucional y programática de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, tal como se realiza en los países desarrollados, como Alemania y Japón, y países emergentes como Corea del Sur, por ejemplo.

“El llamado el eslabón perdido, se puede imaginar en una cadena con muchos eslabones, ésta cadena se puede describir como la UNAM ó algún centro de ciencia superior, en estos centros se forman cuadros de profesionales, especialistas del posgrado e investigadores. Esto está encadenado a una producción científica, donde se produce ciencia y se publican una gran cantidad de trabajos; es decir, hay un encadenamiento normal entre enseñanza-docencia-formación-investigación. Es una cadena, pero se tiene otra parte de ésta en el país, formada por una serie de procesos de transformación, en el terreno de la Química, donde hay una capacidad instalada importante; se tiene una industria del petróleo enorme con una gran inversión y una gran cantidad de problemas tecnológicos y técnicos que no se resuelven. Está concatenado todo un sistema de producción y estas dos puntas de la cadena andan sueltas, por lo que falta un eslabón que las junte para que la cadena esté completa, y ese eslabón perdido es la investigación tecnológica, la cual puede ser el enlace natural, entre los beneficios que generan los centros de investigación de enseñanza superior y la parte productiva del país”⁹⁶

3.2 Política Ambiental

Uno de los principales objetivos de la política energética nacional, es aprovechar al máximo la riqueza de los recursos energéticos con que cuenta el país, utilizando un criterio de desarrollo sustentable, esto implica controlar y reducir al mínimo posible el impacto sobre el ambiente de las distintas actividades y los procesos resultados de la operación, de los subsectores eléctrico y de hidrocarburos.

Por lo anterior, se ha desarrollado una política ambiental que enmarca las actividades operativas del sector energético mexicano, y que plantea mecanismos encaminados a garantizar el consumo racional de los recursos naturales y el equilibrio ambiental a largo plazo.

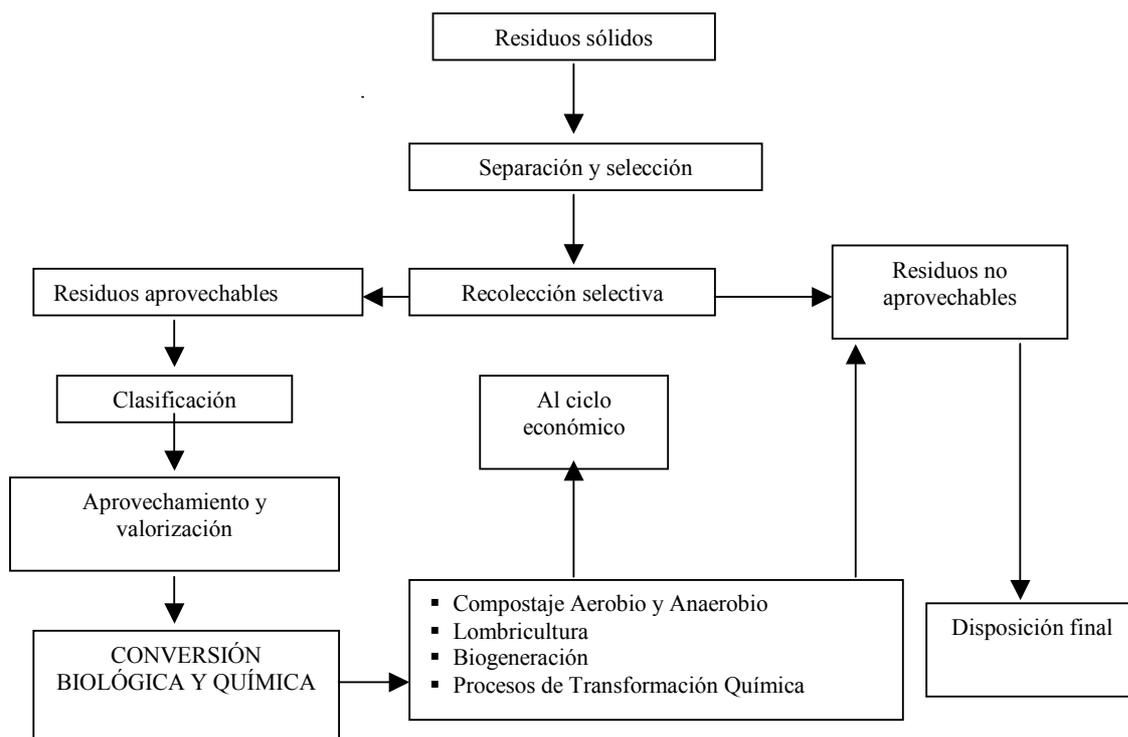
Las tres principales estrategias, en la política energética que el Gobierno Federal está comprometido a llevar a cabo son:

- El monitoreo y control constantes del impacto ambiental generado por el sector energético.
- Una política de ahorro y uso eficiente de la energía, y
- Una promoción del uso de fuentes de energía alternas.¹⁸

(En el anexo 2, se cita un análisis realizado por la CONAE sobre la Política Ambiental en México).

En la figura 15, se muestra la forma correcta de separación, para obtener R. S. M. limpios y separados para su uso, como es la finalidad de la gestión de los residuos en el D. F.

Figura 15. Conversión biológica y química de los R. S. M.⁹⁷



3.3 Factibilidad de los Bioenergéticos en México

Cabe destacar, que en el punto 3.2 se menciona la política energética que el Gobierno Federal está comprometido a llevar, por lo que estos puntos son considerados como la primera etapa en el análisis de la compleja problemática para la implementación de los bioenergéticos, ya que representa el manejo y disposición de la totalidad de los residuos sólidos; situación fundamental para la implementación de los bioenergéticos.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

En México, del año 1999 al año 2003 se generaron anualmente en promedio 31 millones de toneladas de R. S. M., de estos residuos generados anualmente, aproximadamente 16 millones eran biomasa y de estos 16 millones de toneladas se quedaron 8 millones en sitios no controlados a cielo abierto por año, lo que indica que si recolectará completamente la biomasa generada anualmente y se pudiera disponer de esta, se podría comenzar a generar una parte importante de energéticos alternativos a corto plazo y con la superficie cultivable aproximada de 45.6 millones de hectáreas al año, se podría destinar una parte para la generación de los energéticos alternativos.

A continuación, se presentan 5 tablas estadísticas con los datos más importantes y sobresalientes sobre la biomasa generada anualmente en México y la superficie de cultivo disponible anualmente.

En la tabla 19, se puede apreciar que la generación de R. S. M. va en aumento, así mismo la disposición de estos residuos en sitios no controlados, va en decremento; lo que indica que año con año, se ha tenido un mayor control de los residuos que se van generando en México.

Tabla 19. Generación, recolección y disposición final de residuos sólidos municipales 1999-2002⁹⁸

CONCEPTO (Miles de toneladas)	1999	2000	2001	2002
Generación de residuos sólidos municipales	30 952.0	30 733.0	31 488.6	32 173.6
Recolección	26 194.7	26 009.3	26 648.8	27 669.3
Disposición final ^a	30 222.6	30 008.7	30 746.5	31 393.1
Rellenos sanitarios	16 428.7	14 490.5	15 252.7	15 579.9
Rellenos de tierra controlado	507.5	2 421.8	3 351.9	3 630.9
Sitios no controlados (Tiraderos a cielo abierto)	13 286.4	13 096.5	12 141.9	12 182.4

a) La disposición se refiere al depósito permanente de los residuos sólidos tanto en sitios habilitados total o parcialmente para minimizar los impactos negativos a la salud pública y al ambiente, en este caso rellenos sanitarios y rellenos de tierra controlados como en sitios no controlados. No todo lo que llega a estos últimos lo hace a través de los servicios municipales de recolección, por ello los totales de recolección no coinciden. La diferencia entre el total de generación y el de disposición final se debe a reciclaje de residuos recuperados.

La tabla 20, muestra la composición de los residuos sólidos municipales generados de los años 1999 al 2002, lo que indica que se generaron anualmente 16,420 toneladas en promedio de biomasa que no se aprovecharon.

Tabla 20. Generación de residuos sólidos municipales por composición 1999-2002⁹⁹

COMPOSICIÓN (Miles de toneladas)	1999	2000	2001	2002
Total	30 952.0	30 732.0	31 488.6	32 173.0
Papel, cartón, productos de papel	4 354.9	4 324.1	4 430.4	4 526.8
Textiles	461.2	457.9	469.2	479.4
Plásticos	1 355.7	1 346.1	1 379.2	1 409.2
Vidrios	1 826.2	1 813.2	1 857.8	1 898.2

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Metales	897.0	891.0	913.0	933.0
Aluminio	495.2	491.7	503.8	514.8
Ferrosos	249.2	247.4	253.5	259.0
Otros ferrosos (Incluye cobre, plomo, estaño y níquel)	153.2	152.1	155.9	159.3
Basura de comida, de jardines y materiales orgánicos similares	16 218.8	16 104.1	16 500.0	16 859.0
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, etc.)	5 837.5	5 796.2	5 938.7	6 067.9

La tabla 21, muestra que la tasa de los R. S. M. reciclados va en aumento, lo que indica que en México, se tiene un mayor control de los residuos que se van generando, así mismo se podría trabajar para que con los años se utilizara toda la biomasa aprovechable, que se encuentra en los R. S. M. y que actualmente se desperdicia.

Tabla 21. Tasa de crecimiento de los residuos sólidos municipales reciclados 1992-2002¹⁰⁰

CUADRO RESUMEN INDICADOR	PERIODO	VALOR
Precipitación media anual (Tasa de crecimiento)	1981-1991	-1.62
Precipitación media anual (Tasa de crecimiento)	1991-2001	-0.43
Agua suministrada desinfectada (Tasa de crecimiento)	1999-2001	1.69
Generación anual de residuos sólidos municipales per cápita (Tasa de crecimiento) ^a	1999-2002	-0.41
Residuos sólidos municipales reciclados (Tasa de crecimiento)	1992-2002	4.67
Consumo anual per cápita de energía (Tasa de crecimiento) ^b	1999-2001	-0.16
Territorio nacional de áreas naturales protegidas (Porcentaje) ^c	2001	8.60
Normas oficiales mexicanas que regulan el uso y calidad del agua por infraestructura (Porcentaje) ^d	1995-2001	57.14
Normas oficiales mexicanas que regulan el uso y calidad del agua por disponibilidad (Porcentaje) ^d	2000	7.14
Normas oficiales mexicanas que regulan el uso y calidad del agua residual (Porcentaje) ^d	1993-1997	28.57
Normas oficiales mexicanas que regulan el uso y calidad del agua potable (Porcentaje) ^d	1995	7.14
Producto interno neto ecológico per cápita (Miles de pesos)	2001	45.90

a) INEGI, con base en proyecciones de población del CONAPO 2000-2050.

b) Para 2001, la cifra de consumo per cápita de energía equivale aproximadamente a 20 focos de 100 watts encendidos los 365 días del año; a 10.7 barriles de petróleo crudo equivalente a 1701.3 litros, o bien a 2000 litros de gasolina.

c) Porcentaje respecto a la superficie nacional: 1 964 375 Km² (continental e insular).

d) Se consigna el período en que fueron publicadas las normas. El porcentaje es respecto a un total de 14 normas.

La tabla 22, muestra la oferta interna bruta de energía por biomasa aprovechable en México.

Tabla 22. Oferta interna bruta de energía primaria por origen 1995-2000¹⁰¹

ORIGEN (Petajoules)	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total	5 308.1	5 544.1	5 532.4	5 600.4	5 765.7	5 635.4
Carbón	209.7	240.5	240.7	246.1	250.4	257.6

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Hidrocarburos	4 332.9	4 506.1	4 510.9	4 596.5	4 670.2	4 540.8
Petróleo crudo	2 764.8	2 757.0	2 765.5	2 852.7	3 864.0	2 758.2
Condensados	148.0	148.3	148.3	145.9	124.9	130.7
Gas no asociado	217.4	285.9	281.2	362.9	422.2	435.2
Gas asociado	1 202.7	1 315.0	1 316.0	1 235.0	1 259.2	1 216.6
Electricidad	435.4	466.7	439.8	411.6	502.2	496.0
Hidroenergía	283.9	322.3	271.2	253.0	336.1	344.2
Geoenergía	58.5	58.7	56.1	58.1	57.8	61.4
Nucleoenergía	93.0	85.6	112.5	100.5	108.3	90.3
Energía eólica	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Biomasa	330.0	330.9	341.0	346.2	342.9	340.9
Bagazo de caña	86.4	85.8	94.4	98.2	91.0	87.1
Leña	243.6	245.1	246.5	248.0	251.9	253.9

La tabla 23, muestra que en México en el año 2000, aproximadamente 45.5 millones de hectáreas estaban disponibles para el cultivo, de estas hectáreas disponibles en la actualidad, una parte podría ser destinada para cultivos energéticos, para la implementación de los bioenergéticos en un futuro.

Tabla 23. Superficie por formación vegetal 2000¹⁰²

FORMACIÓN	HECTÁREAS	PORCENTAJE
Total	191 852 954	100.0
Cultivos	45 687 017	23.8
Bosques	32 850 691	17.1
Selvas	30 734 896	16.0
Matorral	55 451 788	28.9
Pastizal	18 847 355	9.8
Vegetación hidrófila	2 082 584	1.1
Otros tipos de vegetación	6 198 623	3.2

Con la implementación de los bioenergéticos alternativos en México, se podría aprovechar toda la materia prima desaprovechada en el país, ya que se estima que actualmente cada habitante genera 1.4 kilogramos en promedio de basura al día, del cual más del 50% es materia orgánica y como en la República Mexicana se calcula que hay más de 100 millones de habitantes, se estima que se genera un promedio diario de más de 70 mil toneladas de desechos orgánicos y más de 12 mil toneladas sólo en el D. F.¹⁰³

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Hay una gran variedad de residuos que se pueden aprovechar, como son, agrícolas, animales, algas que se generan en grandes cantidades en las costas, el lirio acuático que se genera en las playas, estuarios, arenales, marismas...; por ejemplo, el lirio es una plaga en las presas de México y en los canales de Xochimilco y por supuesto, la basura que se está generando todos los días.

Por el lado de la basura urbana, se conocen los rellenos sanitarios; en 1990 el IIE realizó un estudio en los que indica que en el D. F. había 6 rellenos clausurados y 3 en operación, muchos de ellos ya tenían 40 años, entre ellos el de Santa Fe y el de Santa Cruz Meyehualco, donde la recuperación de gas que se genera ya no es factible. Sin embargo, los que estaban en operación en este tiempo, están produciendo gran cantidad de gas y una muestra es el que está en Prados de la Montaña, el cual se encuentra en proceso de saneamiento; el único relleno sanitario que opera en la ciudad de México en la actualidad es el del Bordo Poniente, localizado atrás del aeropuerto internacional, al cual se le han hecho varias etapas de ampliación, con lo que puede captar basura por lo menos hasta el 2007.¹⁰⁴

Hay que analizar, que cuando la basura se deposita en lugares donde no se tiene ningún control, se propician las condiciones ideales en las que prolifera cierta clase de fauna nociva para el hombre, por ejemplo los insectos, los roedores y los gérmenes patógenos, y por otra parte los olores desagradables.

Una parte de los olores desagradables, se origina cuando la temperatura del ambiente en el que se encuentra la basura es de 40 a 60°C, ya que se acelera el proceso de biodegradación natural de la materia orgánica, produciéndose el metano (biogás), por eso en México las cifras de incendios en basureros van en incremento, ya que el biogás es un gas combustible que se ha generado descontroladamente en los rellenos sanitarios y durante muchos años se ha desaprovechado.

4.1 Bioalcohol

Para sustituir la gasolina, ya que es uno de los combustibles más valiosos en el mercado internacional, cuyo precio e incertidumbre de suministro para los países importadores aumentan día a día, se debe pensar en una fuente alterna de energía, compatible con la estructura tecnológica actual de la industria automotriz. En México, únicamente se retiene el 50% de las mieles incristalizables, exportándose el resto, principalmente a los Estados Unidos de Norteamérica. De las mieles que se consumen nacionalmente, sólo el 32% se destinan a la producción de alcohol, el 8% a la producción de bebidas alcohólicas y el restante 60% a la producción de forrajes para animales, levaduras, vinagre, etc.

La capacidad instalada para la producción de alcohol en México, es de 250 millones de litros anuales y la capacidad total utilizada es de aproximadamente un 20%, donde solo se utilizan las mieles incristalizables finales como materia prima, éstas cifras indican aproximadamente 50 millones de litros de alcohol etílico, con un rendimiento de 250 litros de alcohol por tonelada de melaza, esto se debe a que la mayor parte de las fábricas de alcohol del país, se encuentran instaladas junto a los ingenios productores de azúcar, por lo que solamente se opera durante el tiempo que dura la zafra, es decir, de 110 a 135 días al año, de éste modo la destilería encaja adecuadamente en las funciones dentro del ciclo productivo de la agricultura. Por lo que respecta a la forma de operación y la materia prima básica, la industria del alcohol es una industria químico-agrícola, sin embargo el producto, corresponde a un insumo básico en muchas industrias de transformación.

El mercado de alcohol etílico, está expandiéndose a una tasa de crecimiento del 3% al 4% anual, existiendo suficiente materia prima para la producción, conviene señalar que en México toda la producción de alcohol se realiza en equipos de destilación continuos, ya que los aparatos intermitentes resultan antieconómicos.¹⁰⁵

La caña de azúcar, contiene aproximadamente de un 80 a 90% de jugo, o también llamado guarapo, con densidad aproximada de 12 grados brix, y una composición porcentual mostrada en la siguiente figura.

Tabla 24. Composición en % peso del guarapo⁷

COMPOSICIÓN	% PESO
Azúcar cristalizable	20.90
Sales diversas	0.17
Materias orgánicas	78.70

En México, la gran aplicación que tiene la caña para la producción de azúcar, no se considera como primera materia prima para la fabricación de alcohol, por ser muy costoso, el rendimiento teórico del alcohol etílico es de aproximadamente 9.20% en peso y el rendimiento práctico no rebasa un 7.80% en peso.⁷

4.1.1 Propiedades específicas, basadas en las Normas Oficiales Mexicanas de los diferentes alcoholes

Las diferentes industrias que se dedican a la fabricación de alcoholes, deben apegarse a las Leyes Federales de impuestos de bebidas alcohólicas y así llevar a cabo una buena estandarización y calidad en la elaboración de los

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

mismos, así el consumidor puede utilizar los alcoholes como materia prima para la elaboración de productos en las diferentes industrias, también con los estándares impuestos por las Normas Mexicanas, se puede obtener un alcohol etílico con las mismas características, para el uso energético automotriz y garantizar un producto de calidad.

Estas propiedades son impuestas a las industrias que producen azúcar, alcohol, aguardientes y envasamiento de bebidas alcohólicas emitidas por la Ley Federal de impuestos, y se determinan bajo las normas mostradas en la tabla 25.

Tabla 25. Propiedades impuestas por Normas Oficiales para diferentes tipos de calidades de alcoholes comerciales en México⁷

ALCOHOL BRUTO		
Peso específico	a 20°C	0.822 g/cm ³
Porcentaje en volumen	a 15°C	92.0%
Acidez máxima		20.0 mg/100cm ³
ALCOHOL RECTIFICADO		
Peso específico	a 20°C	0.8112 g/cm ³
Porcentaje en volumen	a 15°C	95.5% mínimo
Acidez máxima		3.0 mg/100cm ³
Ésteres máximos		3.6 mg/100cm ³
ALCOHOL RECTIFICADO FINO		
Peso específico	a 20°C	0.8073 g/cm ³
Porcentaje en volumen	a 15°C	96.0% mínimo
Acidez máxima		1.8 mg/100cm ³
ALCOHOL RECTIFICADO EXTRA FINO		
Peso específico	a 20°C	0.8073 g/cm ³
Porcentaje en volumen	a 15°C	96.0% mínimo
Acidez máxima		0.5 mg/100cm ³
ALCOHOL DESHIDRATADO ABSOLUTO		
Peso específico	a 20°C	0.7918 g/cm ³
Porcentaje en volumen	a 15°C	99.5% mínimo
Acidez máxima		3.0 mg/100cm ³

De acuerdo a las propiedades que son impuestas a las industrias cañeras, por la Ley Federal de impuestos bajo las normas mencionadas anteriormente, el alcohol rectificado extra fino, es el que cumple con las especificaciones requeridas del bioalcohol etílico, para ser utilizado como energético automotriz y también su costo es adecuado.

A continuación, se presenta la rectificación adecuada para la obtención de cada alcohol, sin perder de vista que el alcohol utilizable como energético alternativo, es el alcohol rectificado extra fino, mismo que entra en la

rectificación como alcohol rectificado únicamente, ya que posteriormente se le da otra rectificación, que es la encargada de que pase de alcohol rectificado a alcohol rectificado extra fino.

Rectificación en la producción del alcohol etílico:

El proceso puede ser dividido en tres partes, de acuerdo al tipo de producto que se desea obtener:

Alcohol bruto – Destilación:

Cuya finalidad es extraerlo del vino (mosto fermentado), junto con otras impurezas volátiles, produciendo un alcohol “bruto” con una graduación alcohólica de 50 a 94° GL.

Alcohol rectificado – Rectificación:

Cuya finalidad es eliminar del alcohol “bruto” todas las impurezas y obtener el alcohol purificado de 97° GL.

Alcohol absoluto – Deshidratación:

Que por medio de un tercer agente llamado arrastrador u otro elemento apropiado, elimina del alcohol rectificado el agua contenida que no se consigue separar en la rectificación, para obtener 99.95 ° GL.

Cabe mencionar, que el alcohol bruto no cubre las propiedades necesarias para utilizarse como energético ya que tiene una gran cantidad de agua y acidez, y el alcohol absoluto tampoco cubre las propiedades necesarias, ya que es inestable por ser propenso a absorber agua del medio ambiente y también por su precio elevado.

4.1.2 Beneficios e inconvenientes del alcohol etílico, como sustituto de la gasolina en México

Dadas las propiedades del alcohol etílico, se presentan a continuación los beneficios e inconvenientes, que el bioalcohol puede ofrecer con su implementación en México, para uso en motores de gasolina; esta información está basada en datos proporcionados por diversos países:

Beneficios:

- El bioalcohol etílico, funciona como oxigenante para la gasolina, por lo que ayuda a la estequiometría del oxígeno necesario en la reacción de combustión, así como el valor elevado del calor de evaporación reduce las pérdidas por conducción de los gases de escape, ya que una parte del calor de las paredes es absorbido por la evaporación y la combustión tiende a ser isotérmica, también existe una menor tendencia al depósito de carbón en los motores, debido a la mayor temperatura de combustión⁶; todos estos beneficios suponen un aumento en el rendimiento del motor y por consiguiente un ahorro en el consumo de combustible, lo que sugiere menores emisiones al ambiente en México, por cada automóvil que use bioalcohol etílico.
- Como indica Yuksel⁵¹, los resultados de las investigaciones realizadas en Erzurum (Turquía), asumen que la mezcla en proporción 10:90 de bioalcohol - gasolina en autos con carburador, aumenta la potencia del motor en relación con las revoluciones por minuto, así como la eficiencia en la combustión, beneficios que se notan en el mejor manejo en los automóviles; también indica que al aumentar el porcentaje de alcohol etílico en mezclas alcohol-gasolina, puede disminuir en los automóviles drásticamente las emisiones de CO y HC hasta en un 80% y 50% respectivamente; estos beneficios e inconvenientes se podrían obtener en México con la implementación de dicha mezcla etanol – gasolina en el sector del transporte.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- Como muestra López⁵², el bioalcohol etílico necesita menos aire por kilogramo de combustible, para quemarse completamente a comparación de la gasolina, por lo tanto el volumen de aire necesario para la combustión de alcohol etílico, es mucho menor que el requerido por los hidrocarburos; dicho beneficio representa una mejora en el rendimiento del combustible, por lo tanto, en México se obtendrían ahorros en el consumo de gasolina y por consiguiente se generarían menores emisiones contaminantes al ambiente. A continuación, se describen los pasos que ocurre en un motor, que trabaja con alcohol en mezcla con gasolina a presión atmosférica, en base a un ciclo de OTTO de cuatro tiempos:
 - a) Se admite la carga en el cilindro.
 - b) Combustión de la carga, mientras el pistón está pasando por el punto muerto.
 - c) Expansión de los gases calientes, a una presión relativamente alta, este es el tiempo de trabajo en el cuál el empuje de la presión sobre el pistón, se transforma en fuerza.
 - d) Los productos de la combustión, son expulsados a la atmósfera, lo que coincide con la prueba de Bornn, que el vapor de agua que resulta del alcohol etílico y también el vapor de agua formado durante la combustión, ayuda a prevenir la formación de depósitos carbonosos.
- Al aumentar la producción de alcohol etílico en México, se podría destinar una parte de dicha producción para la producción de hidrógeno, proceso que se encuentra bajo investigación en México e implementación a nivel industrial en diversos países como Brasil; en base a estos energéticos ya se producen los autos denominados híbridos, que funcionan a base de dos combustibles, bioalcohol e hidrógeno.¹⁰⁶
- En México al igual que en otros países, como Austria, Brasil, Hungría, Turquía, etc., el bioalcohol etílico presentaría los siguientes beneficios con su implementación: al usarse en automóviles de gasolina, el bioalcohol puede soportar compresiones mucho mayores que la gasolina, sin dar lugar a la mezcla detonante, por lo cual aumenta el octanaje de la gasolina al mezclarse con ella, y por consiguiente incrementa la potencia y el rendimiento del motor; como indica Bayraktar¹⁰⁷, para usar mezclas bajas de bioalcohol – gasolina los motores no necesitan modificación alguna.
- Como indica Urbanchuk¹⁰⁸, el 30% de la gasolina usada en EUA en el año 2004, se utilizó en mezcla con alcohol etílico, y trajo consigo una contribución a la economía interna del país generando muchos empleos; dicho beneficio se podría presentar en México con la implementación del bioalcohol etílico.
- Como presenta Muñoz¹⁰⁹, el bioalcohol etílico es menos inflamable y tóxico que la gasolina, por lo que su transportación y almacenamiento indica menor riesgo que la gasolina en México; beneficiando así al país, ya que pruebas realizadas en la Facultad de Ingeniería de la UNAM (México) en motores con carburador, muestran que el bioalcohol etílico 10% en mezcla con gasolina, reduce las emisiones de CO en un 30%, y como aumenta el octanaje de la gasolina ya que el alcohol etílico tiene de 108 a 115 octanos, aumenta la potencia del motor en un 5%, lo que indica que el rendimiento termodinámico de un motor que marcha con bioalcohol etílico, es bastante superior al mismo motor que marcha con gasolina; otras pruebas de potencia, realizadas con el mismo motor de ocho cilindros con carburador, muestran que una mezcla de

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

bioalcohol al 30% vol. con gasolina Magna, ofrece mayor potencia que la gasolina Premium al 100%, en segundo lugar de potencia se encuentra la gasolina Premium al 100%, y en tercer lugar de potencia se indica la gasolina Magna al 100%, y el gas L. P. se indica en cuarto lugar en dicha prueba de potencia; éstas pruebas se realizaron con el motor trabajando de 0 a 6000 revoluciones por minuto. Otra prueba de rendimiento, realizada con el mismo motor y en las mismas condiciones, muestra que la mezcla alcohol 15% vol. con gasolina Premium, ofrece mayor rendimiento de combustible que la gasolina Premium al 100%, ésta gasolina se indica de nuevo en segundo lugar de rendimiento, y en tercer lugar de rendimiento se indica la gasolina Magna al 100%.

- Como indica Sun¹¹⁰, con la implementación de bioalcohol en algunas partes de EUA, se ha comprobado que se disminuye la contaminación ambiental; que como energético alternativo el bioalcohol se puede utilizar como aditivo de la gasolina, ya que el alcohol etílico es una alternativa amigable medioambiental, por ejemplo, el bioalcohol ha sustituido con buenos resultados al éter metil terbutílico como aditivo de la gasolina en el estado de California; beneficio que se puede obtener en México, con la implementación del bioalcohol etílico.
- El bioalcohol en mezcla con gasolina, reduce los gases de efecto invernadero; beneficio que puede aportar la implementación de dicho energético en México.¹¹¹
- En México, se pueden presentar beneficios medioambientales así como en Brasil, ya que su producción de bioalcohol etílico a partir del año de 1985, se incrementó a más de 10 billones de litros por año, y con la experiencia de la utilización de bioalcohol en autos, se comprobó que la producción de bioalcohol por medio de residuos celulósicos, es una alternativa factible para utilizar los desechos y reducir los R. S. M. generados día con día, así como puede asegurar costos bajos en la producción.¹¹²
- En México, con la implementación del bioalcohol etílico, se pueden obtener importantes beneficios ambientales, como lo indican las pruebas realizadas en Babilonia (Irak), así como Sadiq Al-Baghdadi¹¹³, los automóviles de carburador con una mezcla en proporción de 30:70 de bioalcohol etílico - gasolina, presentan una reducción de 48.5% de las emisiones de CO, de 31.1% en las emisiones de NOx y una reducción del 58.5% en el consumo del combustible a 1500 revoluciones por minuto; lo que indica que las concentraciones de NOx, disminuyen conforme el porcentaje de bioalcohol etílico aumenta en mezcla con gasolina, e incrementa la eficiencia del motor.

Inconvenientes:

- Como indica Yuksel⁵¹, la desventaja que presenta el bioalcohol, es que su poder calorífico es de 26.771 MJ/kg contra 44.001 MJ/kg de la gasolina, así mismo, presenta la desventaja que las emisiones de CO₂ pueden aumentar hasta un 20%, dependiendo las condiciones del motor.
- Los inconvenientes que presentaría la implementación del bioalcohol etílico en México son, que genera emisiones evaporativas y con el uso continuo de bioalcohol al 100% en los automóviles con motores sin las modificaciones necesarias para su uso al 100%, el bioalcohol puede ocasionar la corrosión de algunas

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

partes del motor; como indica Bayraktar¹⁰⁷, se tiene que modificar el sistema de inyección para el uso de etanol al 100%, pero en mezclas bajas los motores no necesitan modificación alguna.

- Como dice Muñoz¹⁰⁹, el bioalcohol etílico presenta como desventaja, emisiones por evaporación y corrosión de partes plásticas, así como problemas para encender los motores en climas fríos, inconvenientes que el bioalcohol presentaría con su implementación en México.
- Como muestra Sadiq Al-Baghdadi¹¹³, se ha comprobado que el carburador de los automóviles, no es capaz de evaporar mezclas arriba del 30% de bioalcohol etílico con gasolina, para proporcionarlo al motor y por consiguiente obtener una buena combustión; por lo que se indica que con la implementación en México del bioalcohol, se tendrían que utilizar mezclas con una proporción máxima del 30% del energético, en automóviles de carburador.

4.1.3 Implementación de bioalcohol en México

En México se han obtenido importantes logros al sustituir el tetraetilo de plomo (agente antidetonante de las gasolinas), por oxigenantes como el eter metil terbutílico, ya que se ha reducido una gran parte de las emisiones de plomo al ambiente por la combustión de la gasolina sin plomo.

Tabla 26. Oxigenantes de la gasolina²

PROPIEDADES		
OXIGENANTE	PODER CALORÍFICO BTU/galón	% VOL. EN GASOLINA Para rendir 1% de oxígeno en peso
EMTB (Eter metil terbutílico)	93,500	5.5
EMTA (Eter metil teramílico)	100,600	6.2
ETANOL	76,000	2.7
EETB (Eter etil terbutílico)	96,900	6.2
EETA (Eter etil teramílico)	104,000	7.0

El alcohol etílico y metílico podrían llegar a sustituir el eter metil terbutílico como oxigenante, así como en el Estado de California EUA, en el año 2002.

Por todos éstos convenientes, para el resurgimiento de la alianza de Gobernadores por el etanol, en septiembre de 1991 el Gobernador de Nebraska junto con otros gobernadores, estaban interesados en la creación en un grupo dedicado a la promoción y crecimiento en el uso del etanol, lo que originó que a partir de esa reunión, germinara la Alianza de Gobernadores por el etanol.

Los miembros de la alianza aumentaron de 9 a 19 Estados, esto durante el primer año de operaciones, ahora cuenta con 21 miembros así como representantes internacionales de Brasil y Suecia.

Ahora en los Estados de Campeche, Distrito Federal, Jalisco y Tabasco se ha decidido promover el uso de combustible limpio para un aire limpio, todo esto con la ayuda de la Coalición de Gobernadores Pro etanol. México ha decidido limpiar los combustibles con el etanol a través de los próximos años y hoy la clave del problema es determinar cuáles alternativas, serán remplazadas ó agregadas a la gasolina para reducir la contaminación.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Mucho se ha dicho acerca de la incursión en un programa de alcohol carburante; aunque sistemáticamente, tales iniciativas se han visto frustradas debido principalmente a razonamientos, aparentemente económicos.

El Gobierno del D. F. ha manifestado su disposición, para que sumando esfuerzos con el Gobierno Federal a través de las autoridades del ramo energético, se oriente un plan piloto con el doble propósito de:

1. Uso del etanol como aditivo anticontaminante, para oxigenar el aire de la Ciudad de México y combatir la emisión de gases contaminantes de los automotores.
2. Apoyar al campo cañero y a la industria azucarera en las adversas circunstancias que enfrentan.

El segundo punto, habla de apoyar a la industria cañera y azucarera, ya que de estas industrias depende la industria alcoholera y así mismo la industria azucarera desde el año 2000, atraviesa por lo que el presidente de la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera considera, la peor crisis de los últimos 60 años. La industria esta compuesta de 62 ingenios, con solo 58 en operación actualmente y está presente en 15 estados de la República con casi tres millones de personas que dependen directamente de ella; ésta industria con el Tratado de Libre Comercio, permitió la entrada de un millón y medio de toneladas de jarabe de alta fructuosa de maíz, durante cinco años proveniente de los Estados Unidos de Norteamérica y estos de 250 mil toneladas anuales de azúcar que compraría a México según el TLC, sólo han permitido el paso a 25 mil toneladas de azúcar en el tiempo pactado, México ha presentado un excedente de más de 850 mil toneladas de azúcar, ya que por la alta fructuosa la venta de azúcar en el país es mucho menor y la exportación al mercado mundial representa una pérdida aproximada de 300 dólares por tonelada de azúcar, lo que representa no obtener ni siquiera el valor de la materia prima.¹¹⁴

Esto ha ocasionado pérdidas tan cuantitativas, que ha ocasionado que se le pague a un cortador \$8 la tonelada, entre \$56 y \$64 por una jornada de ocho horas de trabajo y que el pago se le remunere hasta quince días después, éstas circunstancias son las que han originado la crisis en el campo cañero, la industria azucarera y alcoholera respectivamente.¹¹⁵

El plan piloto consistiría en destinar un importante lote de vehículos, que utilizarían la gasolina mezclada con 10% de alcohol anhidro; estableciéndose un programa de seguimiento para el control de emisiones y verificación del rendimiento de los motores y evaluación de partes susceptibles de desgaste (elastómeros). Para todo esto se contaría con el apoyo del Instituto Mexicano del Petróleo, el Programa Universitario de Energía PUMA y de la ESIME del IPN.

La fuente de suministro de etanol, serían algunas destilerías incorporadas a los ingenios, que ya han manifestado su voluntad al afecto; pudiéndose señalar entre ellos por el momento al Ingenio Independencia, localizado en Martínez de la Torre, Veracruz; San José de Abajo, también del mismo estado y algún otro del grupo ZUCARMEX.

Los requerimientos técnicos mínimos para habilitar las destilerías, consisten en la instalación de una columna deshidratadora.

Las necesidades de etanol se estiman entre 5 y 10 mil litros por día; pudiéndose incrementar esta cifra hasta 10 millones de litros al año, en concordancia con los resultados del plan piloto. Las cantidades de mieles

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

correspondientes serían entre 20 y 100 toneladas por día y hasta 40,000 toneladas al año, lo que indica que de 650 mil hectáreas sembradas con caña, un proyecto de etanol, nada más para la ciudad de México requeriría más de 250 mil hectáreas sembradas.

El Gobierno del Estado de Jalisco, preocupado por los altos niveles de contaminación de las zonas metropolitanas del estado, se integró a la Alianza Internacional de Gobernadores del Etanol, en un esfuerzo por establecer una cooperación conjunta, con el objeto de expandir el desarrollo económico internacional, mejorar el medio ambiente y propiciar el balance en materia de comercio internacional mediante el uso de biocombustibles, ya que el segundo estado en que se implementaría el proyecto sería en Guadalajara por ser una de las ciudades más grandes del país.

En éste acuerdo, la Alianza Internacional trabajaría en forma conjunta compartiendo investigación, incrementando el interés público internacional sobre los beneficios del etanol, creando un clima económico internacional para incrementar el uso de éste recurso a nivel mundial.

Es por éste motivo que el Gobernador de Jalisco formó la Coalición de Gobernadores Pro Etanol de México, la que presidirá y a la que se han adherido los Estados de Campeche, Tabasco y Distrito Federal, Jalisco seguirá promoviendo esta Coalición de Gobernadores hasta sumar a todos los Estados de la República Mexicana, en las acciones que conducirán a México, hacia una mejora en la calidad del medio ambiente que beneficiará a las presentes y futuras generaciones.

Con todo lo mencionado, se puede decir que en el año de 1999 México realizó pruebas sobre la evaluación del alcohol etílico, como mezcla combustible en Jalisco y en el IMP, para lo cual dichas pruebas se realizaron en el laboratorio, para poder evaluar la factibilidad técnica económica de utilizar etanol anhidro. Los combustibles utilizados para dicha evaluación se formularon partiendo de corrientes de naftas, muestreados en la refinería de Tula Hidalgo.

Para llevar acabo estas pruebas se formuló gasolina base con características similares a la gasolina PEMEX Magna Comercial, a la cual posteriormente se le adicionó 5% de MTBE, 3, 6 y 10% de etanol. Todas estas gasolinas fueron analizadas en el laboratorio, de acuerdo a las especificaciones vigentes de PEMEX.

A principios del año 2000, se llevaron acabo varias reuniones para discutir la factibilidad económica y ambiental del proyecto de la mezcla etanol-gasolina, donde estuvieron presentes las Secretarías de Energía y Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. Por acuerdo de las secretarías mencionadas anteriormente, se encargó que la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía creara y coordinara un grupo de trabajo para realizar los trabajos de pruebas de análisis.

El plan piloto que el Gobierno del D. F. ha manifestado, se ha propuesto llevar a través de mezclas de gasolina con alcohol etílico y alcohol anhidro, por cuestiones principalmente económicas, los números de litros calculados diariamente para el inicio del proyecto pueden ser los mismos; solo que en este trabajo, se realiza la propuesta al Gobierno del D. F. de consumir el proyecto con alcohol etílico rectificado extrafino, ya que el alcohol anhidro comercialmente sobrepasa el precio del alcohol etílico y para fines económicamente

competitivos, no es una buena alternativa, en comparación con los precios actuales de las gasolinas utilizadas en el país.

Pero el alcohol etílico, puede competir, dados los precios a granel en el mercado y la propiedad oxigenante para ocuparse como oxigenante de la gasolina.¹¹⁶

4.1.4 Beneficios e inconvenientes del alcohol metílico, como aditivo para gasolina en México

Dadas las propiedades del alcohol metílico, se presentan a continuación los beneficios e inconvenientes, que el bioalcohol puede ofrecer con su implementación en México, para uso como aditivo en motores de gasolina, esta información está basada en datos proporcionados por diversos países como España, EUA, y algunos países que conforman la Unión Europea:

Beneficios:

- Como indica Torres⁶, el bioalcohol metílico presentaría muchos beneficios con su implementación en México, ya que es un combustible potencial para máquinas de combustión interna, debido a que produce menos residuos en la combustión y menos contaminantes que las gasolinas, ya que al arder sólo produce CO₂ y H₂O, así como incrementa el número de octanos de la gasolina, ya que presenta un octanaje mayor a 120, así mismo por el aumento de potencia, se obtiene una mejora en la manejabilidad de los automóviles con inyección de combustible y puede incrementar hasta en un 5% el kilometraje recorrido por litro de combustible, su potencia calorífica es de 11,100 Kcal/kg.
- Como cita Castillo²⁸, el motor consume el alcohol metílico en estado gaseoso y esa energía necesaria para transformarlo de líquido a gas, se obtiene a través del calor del motor, ya que este trabaja arriba de 90°C y esa energía térmica en los motores a gasolina se desaprovecha, ya que es transportada al exterior por medio del radiador y del tubo de escape.
- Con los beneficios que indica Tovar⁶¹, el bioalcohol metílico podría presentar beneficios ambientales con su implementación en México, ya que este bioenergético al 100% ó en mezcla con gasolina, disminuye las emisiones de monóxido de carbono, hidrocarburos y óxido de nitrógeno, a comparación de la gasolina pura, también aumenta el octanaje de la gasolina, proporcionando por lo tanto mayor potencia al motor.
- En México al igual que en EUA, se podrían obtener beneficios del bioalcohol metílico, ya que en dicho país se experimentó con metanol en automóviles de gasolina, y obtuvieron como resultado costos accesibles en su producción y emisiones menos contaminantes a la atmósfera, a comparación de las emisiones provocadas por los combustibles de los hidrocarburos, lo que indica una contribución aceptable al sector del transporte, lo que estudios globales sobre el ámbito energético indican que en este siglo se espera que la energía generada a partir de la biomasa, aumente a un 30% en unas décadas para mediados del año 2050 a nivel mundial.⁶²
- Como muestra Constantino⁶³, el metanol es muy atractivo entre los combustibles, ya que su costo es más bajo que el de la gasolina, al igual que en México.
- Estudios realizados en los Países Bajos¹¹⁷, coinciden con algunos estudios realizados en Gran Bretaña¹¹⁸, e indican que se encuentra bajo investigación las diferentes vías en que el metanol y el hidrógeno pueden ser

producidos a partir de la biomasa, por la vía de gasificación tradicional y las no tradicionales, e indican que en pocos años esta avanzada tecnología se encontrará a la venta. Estos estudios se basaron en los reportes económicos de la producción del metanol e hidrógeno del año 2002, la influencia de la biomasa en la producción de bioenergéticos para el sector en el transporte, los resultados de sus emisiones ligeras y sus contribuciones al medio ambiente en el año 2004; para obtener beneficios ecológicos, dichos procesos podrían ser investigados, para la posible implementación del bioalcohol metílico en México.

- Indica Perregaard¹¹⁹, que la producción de metanol, se puede realizar por síntesis del metanol en condiciones casi críticas de operación y con intervalos bajos de operación, y de acuerdo al principio de Le Chatelier, la máxima conversión se obtiene a bajas temperaturas y presiones altas, por lo que en Dinamarca se experimentó con este principio y se operó en condiciones más bajas que las tradicionales; con dicho trabajo se obtuvo un ahorro del 15% en los costos de la producción del metanol, lo que indica que la puesta en marcha de esta tecnología a niveles industriales, proporcionaría un ahorro en la producción de casi el mismo porcentaje, ejemplo que México podría considerar para una posible implementación de nuevos procesos.

Inconvenientes:

- Como cita Torres⁶, como desventaja al utilizar bioalcohol metílico puro en automóviles de gasolina, se deben modificar las partes que estén en contacto con este (como los plásticos de las juntas, mangueras, etc.), ya que tiene la desventaja de corroerlas y deformarlas; por lo tanto, con la implementación en México de este bioalcohol, se tendría que usar en mezclas bajas.
- Como desventaja indica Tovar⁶¹, las mezclas de gasolina – metanol muestran mayores emisiones de combustible no quemado, aunque muchos métodos de reducción de este tipo de emisiones pueden ser usados.
- En México, para el manejo en general del bioalcohol metílico, para su posible implementación, se tendrían que considerar estudios realizados en EUA, ya que se ha comprobado que las desventajas de tener contacto con bioalcohol metílico y la inhalación prolongada de este, es que puede provocar afecciones pulmonares, la concentración de este producto en la sangre, así como ocasionar secreciones con su contenido y en casos drásticos, podría ocasionar malformaciones en el feto de una mujer embarazada o hasta la muerte del producto.¹²⁰

4.1.5 Implicaciones económicas del empleo de bioalcohol

Los programas de bioalcohol etílico producido a partir de material celulósico, permitiría reducir las importaciones de energéticos de otros países y se favorecería el desarrollo económico, tanto en el sector agrícola como en el industrial.

Los principales recursos que se deben evaluar, para analizar las implicaciones económicas del uso de bioalcohol, son la tierra, mano de obra y capital, por lo que se debe prestar especial atención a la identificación de excedentes agrícolas y a la capacidad de fabricación subutilizada, incluyendo como factores específicos:

1. Costos de desarrollo estatales e infraestructurales.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

2. Costos agrícolas de cosecha y transporte.
3. Costo de adquisición de productos fermentables fabricados en la misma planta.
4. Costos de almacenamiento.
5. Costos de operación y de capital de la fábrica y la destilería.
6. Costos de mezclar, distribuir y almacenar el alcohol.
7. Precio, derechos de aduana e impuestos del petróleo para mezclas.

Sin embargo, los precios en el mercado del alcohol son pertinentes para éste análisis en particular, por cuanto se pueden aprovechar los excedentes de los cultivos y sus subproductos, que de otra forma se habrían desperdiciado, por otra parte, la adaptación de las destilerías o ingenios existentes, podrían significar un ahorro considerable de capital, y el financiamiento oficial a intereses bajos, también contribuiría a reducir el costo del capital.

En este caso, debe apreciarse que en México se tienen 27 destilerías de alcohol de 62 ingenios azucareros, que producen alcohol etílico factible para la implementación en México de los residuos de la caña, todos distribuidos en 15 estados de la república, concentrándose principalmente en Veracruz, Jalisco, Sinaloa, Aguascalientes, Colima, Michoacán, Puebla y Oaxaca.¹¹⁵

En el caso del bioalcohol metílico, cabe mencionar que en México, la función de la industria petroquímica, es transformar el gas natural y algunos derivados del petróleo en materias primas, las cuales representan la base de diversas cadenas productivas.

A partir del gas natural actualmente se produce el gas de síntesis, el cual permite la producción a gran escala de hidrógeno y posteriormente la producción de metanol; cabe mencionar, que para este proceso se requieren 1,170m³ de monóxido de carbono y 2,350m³ de hidrógeno, para producir 1 tonelada de metanol, o bien 861 m³ de gas natural por tonelada de metanol.⁶

Dado el valor que tiene esta industria como primer eslabón de importantes cadenas productivas, es imprescindible que se fortalezca y pueda así abastecer oportunamente a la industria nacional, con los insumos que ésta requiere.

Los indicadores de PEMEX Gas, Petroquímica Básica y PEMEX Petroquímica, revelan que la situación de ésta industria no es alentadora.

En la historia de la industria petroquímica, expertos coinciden en destacar (con cierta precisión) la evolución de la industria en tres períodos:

El primero de ellos, que va de los años inmediatos a la terminación del conflicto en el mundo hasta principios de los años setenta, en donde la decisión de impulsar el mercado interno, particularmente el agropecuario, con base en un esquema económico de sustitución de importaciones y la propia dinámica del sector petrolero, condicionaron el establecimiento de plantas petroquímicas asociadas a la extracción y procesamiento de hidrocarburos, para la producción de fertilizantes y otras materias primas de uso industrial.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

El segundo período va, de principios de los años setenta hasta la crisis de la deuda de 1982 y se caracterizó por el establecimiento de instalaciones petroquímicas de gran escala y la producción masiva de una amplia variedad de productos, requeridos para la acelerada transformación manufacturera y del consumo del país.

El tercer y último período, abarca desde la crisis económica y financiera nacional de 1982 hasta nuestros días. La concepción y el papel que desde entonces se le ha asignado al Estado en la economía y los procesos de apertura comercial y financiera en todo el mundo transformarían no sólo el desarrollo de esta industria, si no también su participación como impulsora en las cadenas productivas del país.

Las reformas al marco regulatorio de la industria petroquímica que se emprendieron a partir de los años ochenta, han permitido que la inversión privada (nacional y extranjera) participe en los esfuerzos del Estado por reactivar su funcionamiento.

Desde entonces, las políticas energéticas en este subsector, han intentado modernizar esta industria con el doble objetivo de que sea motor de las cadenas productivas del país y se integre de forma competitiva a los mercados internacionales.

Uno de los objetivos rectores de la política energética de esta administración es “Asegurar el abasto suficiente de energía, con estándares de calidad y precios competitivos, contando para ello con empresas energéticas, públicas y privadas de clase mundial”.

La estrategia y líneas de acción que se han diseñado y deben seguir para asegurar el abasto de petroquímicos, es justamente reactivar la industria petroquímica de PEMEX a partir de:

- La reestructuración y fortalecimiento de la planta petroquímica actual.
- La revisión de la política de precios de las materias primas, para que sea acorde con la de los productores internacionales con los que se compite.
- El análisis y definición de los mejores esquemas, para la apertura del sector petroquímico; promover alianzas estratégicas entre la empresa pública y el sector privado, de manera de propiciar la integración de las cadenas productivas.
- El aprovechamiento de los vastos recursos petroleros del país, para la obtención de insumos petroquímicos básicos.¹²¹

Tabla 27. Tabla de rendimiento de gasolina, de una camioneta Nissan 1986 Pick up con motor de cuatro cilindros con carburador

COMBUSTIBLE	% VOL	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE EN LT	RENDIMIENTO EN KILÓMETROS	T °C	Km/h	TIPO DE MANEJO
Gasolina	100	1	5.9	27.1	60	Ciudad
Gasolina	100	1	3.1	28.9	60	Ciudad
Gasolina	100	1	5.5	28.3	65	Carretera

Tabla de rendimiento, datos obtenidos de la experimentación, con una camioneta Nissan 1986 con carburador, a las mismas condiciones de presión (0.77 atm.), realizada por Josué R. Escoto Rojas, México, octubre de 2004.

4.2 Biogás

En México, la gravedad de los problemas que origina la basura, se relaciona directamente con la cantidad que se genera cada día. Un ejemplo de esta relación es el problema de salud que afecta, sobre todo, cuando el manejo y disposición de los residuos se operan de una manera deficiente, en el caso particular de las grandes ciudades del interior de la República, es muy común dejar la basura en lugares inapropiados y más o menos cercanos a la población, depositarlos en la vía pública o en tiraderos a cielo abierto, en los cuales no se tiene ningún control y por lo tanto, se convierten en verdaderos focos de infección, este problema se presenta en mayor o menor grado en diferentes poblaciones, en algunas, las autoridades han manifestado el deseo de resolver el problema ambiental, instalando programas de manejo y disposición de desechos sólidos, pero en la mayoría de las comunidades no se tienen planes serios y constantes, en los que se contemplen trabajos tendientes, a mejorar el ambiente de las ciudades. Independientemente de cualquier caso en particular, la problemática social de la basura se relaciona fundamentalmente, con los siguientes factores:

- Falta de planeación del crecimiento de las ciudades.
- Falta de un sistema adecuado de recolección y disposición.
- Insuficiencia de recursos financieros.
- Falta de educación cívica de los habitantes.
- Falta de visión o de interés de las autoridades.
- Factores diversos.

4.2.1 Técnicas de purificación para biogás en México

En la producción de biogás, se obtiene un gas crudo que necesita una purificación para remover impurezas y mejorar su calidad.

A continuación, se presentan las diferentes técnicas de purificación para el gas crudo en la obtención de biogás:

1) Lavado de agua:

Es el más sencillo para remover impurezas del biogás, sin embargo requiere de grandes volúmenes de agua que no siempre se encuentran disponibles y en abundancia.

2) Lavado cáustico:

El uso de hidróxido de sodio, potasio y calcio es práctica común a nivel industrial, cuando se desea remover CO_2 y H_2O del gas, la eficiencia en éste tipo de lavados es muy baja y se requieren grandes volúmenes de reactivos.

3) Absorción sólida:

Este método se emplea para reducir la contaminación por H_2S del biogás, y consiste en hacer pasar el gas crudo a través de un separador que contenga óxido férrico, este método es el más conveniente para reducir el contenido de H_2S , eliminando así el riesgo de producir corrosión en compresores, tanques de almacenamiento y en general donde se utilice.

4) Separación de líquido:

El agua de arrastre del biogás, se elimina haciendo pasar agua a través de cámaras de expansión ligeramente enfriadas, para condensar el vapor de agua y eliminarlo.⁹⁰

La mejora del biogás se hace necesaria cuando la calidad del gas crudo es relativamente baja, su composición normal tiene un contenido calórico que puede ir de 1780 a 5340 Kcal/m₃ a comparación del gas natural, que tiene un valor mínimo de 8900 Kcal/m₃, por esto se recomienda mejorar la capacidad del biogás en algunas circunstancias costeables.

El gas debe de comprimirse a alrededor de 5 psig (0.34 atm), para poderlo usar en un motor de combustión interna en base diesel, en lo práctico el biogás purificado tiene dos formas de utilización; quemar el gas directamente en el sitio de generación empleando la energía calorífica en algún uso inmediato y como combustible en máquinas térmicas.¹⁵

La purificación del biogás es un paso importante, aunque no necesario, por ejemplo, en algunas plantas de Alemania, Corea, España, Francia, India, Inglaterra, Kenia, Tailandia, Taiwan y Sudáfrica, no se purifica el biogás producido y se utiliza de esa forma desde hace muchos años, solo que debe ser quemado a la intemperie en espacios abiertos para evitar asfixia por óxidos de carbono ó azufre.

4.2.2 Implementación de biogás en México

Cabe señalar que en Monterrey, el consorcio Bioenergía de Nuevo León creado en el año 2002, comenzó desde ese año con el proyecto de generación de biogás a partir de R. S. M., con una donación que les otorgó el Banco Mundial de 6.27 millones de dólares del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM), destinada a los gases invernadero, para hacer funcionar al sistema de transporte colectivo Metro en el día e iluminar las calles por la noche.¹²²

Dicho proyecto ya genera 7 megawatts, del relleno sanitario ubicado en el municipio de Salinas Victoria, esta planta alimenta los respectivos sistemas de alumbrado público de los municipios metropolitanos, logrando un ahorro del 12% con respecto a lo que pagarían a la CFE, por el uso de la electricidad en el alumbrado.

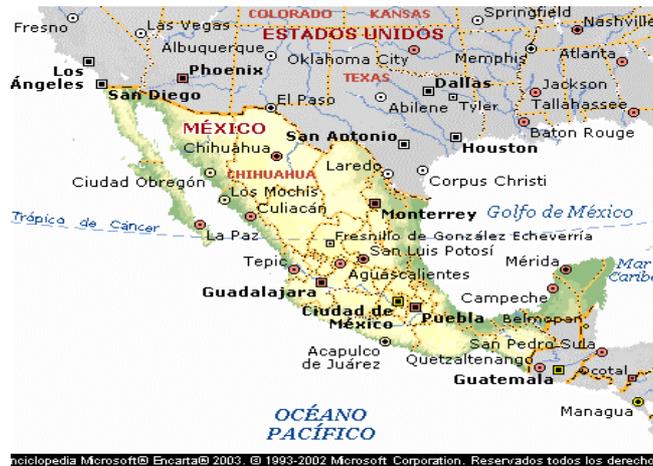
En el año 2005, se esperaba que con una inversión de 12 millones de dólares se pudiera ampliar la planta, para generar 1 megawatt más y poderlo suministrar a la empresa Metrorrey, para generar la electricidad para el Metro regiomontano y con el posible excedente de energía, se pudiera utilizar en los sistemas de bombeo de agua potable y residual de la zona metropolitana.¹²³

La implementación de biogás, conlleva una serie de acciones adecuadas para que su iniciación sea productiva y exitosa, por lo tal a continuación, se presenta una macro localización y micro localización de las factibles ubicaciones, de las dos primeras plantas formales de biogás en México; una para el D. F. y otra para la zona metropolitana.

Macro localización

Considerando que el problema a resolver, se presenta principalmente en las grandes ciudades de la República Mexicana, en el proyecto de generación de biogás se debe considerar la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, como primera propuesta para la implementación de biogás y con el tiempo se puede aplicar a las principales ciudades del País y posteriormente abarcar el resto de este.

Figura 16. República Mexicana



Micro localización

Ya considerada la macro localización, se podrían ubicar los sitios más prudentes para colocar los primeros centros de acopio para los desechos, en puntos exactos dentro del Distrito Federal y parte del Estado de México. En la micro localización, se podrían considerar 16 zonas correspondientes a cada Delegación Jurídica del D. F., con esa distribución se facilitaría el manejo de los desechos que se generan en las diferentes Delegaciones, que se ubican en el área de estudio.

Figura 17. Ubicación de la Central de Abastos en el D.F y el lago de Texcoco en el Estado de México



Con la implementación de biogás en México, la primera planta del D. F. se podría ubicar en la CEDA (central de abastos)¹⁵, y la primera planta de la zona conurbada en el Estado de México, podría ubicarse al norte del Lago de Texcoco en zona Federal; en el D. F. la central de abastos es el principal recolector y distribuidor de frutas y

verduras del Distrito Federal y constituye aproximadamente el 84% de la generación de los desechos de frutas, datos que lo ubican dentro de los mercados establecidos; y el lago de Texcoco se podría aprovechar dos fuentes grandes de materia prima, por un lado se puede tratar las aguas del gran canal del desagüe y por otro lado los R. S. M. que se mandan al relleno sanitario del bordo poniente¹²⁴, que se estiman en por lo menos 6,500 toneladas diarias, por lo que se indica un punto muy importante en la zona conurbada, para la posible implementación de la primera planta en esa zona.¹²⁵

En la ZMCM (Zona Metropolitana de la Ciudad de México), hay 505 mercados establecidos y registrados, de estos 318 están comprendidos dentro del área del D. F. y los restantes 187 están en el área conurbada.

Para establecer las localizaciones de los demás centros de acopio, se consideraría el número de tiendas que hay en el Distrito Federal y parte del Estado de México, así como las posibles localizaciones de los centros de acopio, para empezar, se pueden ubicar 23 centros de acopio para la basura, 16 dentro del D. F. uno por Delegación Política y 7 en el área conurbada, con éstos puntos estratégicos para los centros de acopio, se atenderían las principales zonas de generación de desechos.

4.2.3 Beneficios e inconvenientes del biogás, como sustituto del gas L. P. y gas Natural en México

Dadas las propiedades biogás, se presentan a continuación los beneficios e inconvenientes, que el biogás pudiera ofrecer con su implementación en México, para uso en maquinaria ó aparatos de gas natural y gas L. P., esta información está basada en datos proporcionados por diversos países:

Beneficios:

- Como indica López¹⁵, en México el principal beneficio del biogás, es su uso como combustible, ya que produce energía (calor, luz, electricidad), y su valor calorífico es cercano a 6 Kwh por metro cúbico y un metro cúbico de biogás es equivalente a aproximadamente medio litro de combustible diesel, también produce beneficios micro económicos mediante la sustitución de energía y fertilizante, y beneficios macro económicos mediante la generación descentralizada de energía, sustitución de importaciones y protección ambiental, ya que puede contribuir a reemplazar a los combustibles fósiles, reduciendo así la emisión de los gases de efecto invernadero y las importaciones de gas natural.
- Como cita Torres¹⁶, los beneficios e inconvenientes en México de la producción de biogás, es que se producen gases combustibles de valor comercial, cuando se mantienen velocidades de digestión suficientemente elevadas, así como los productos finales de la digestión no tienen olores desagradables, son de textura espesa y fluyen libremente.
- Como indica Morales⁶⁷, la producción de biogás por digestión anaerobia, presenta requerimientos más bajos de energía que por digestión aerobia, así mismo las plantas requieren menor mantenimiento y presentan una generación de biogás con mejor calidad; por lo que la producción de biogás en México se puede implementar en base a la digestión anaerobia.
- En México, con la implementación del biogás, se podrían obtener importantes beneficios, ya que Seghezzi⁸³ indica, que mediante plantas cercanas a los efluentes residuales, se pueden tratar las aguas con sólo tomar en cuenta las características de los sólidos y lodos a procesar, las cuales dependen de su origen

y el tiempo de almacenamiento que han tenido; procesos a partir de esta materia prima, han dado buenos resultados en países como Argentina, Cuba, India, etc.

- Como indica Bermúdez⁸⁴, las experimentaciones en Santiago de Cuba (Cuba), indican que la digestión anaerobia de la vinaza y las aguas residuales del beneficiado del café, presenta numerosas ventajas sobre otras formas de tratamientos biológicos, entre las que se destaca la obtención de un gas combustible, cuyo uso puede ser una alternativa viable para las comunidades donde se implemente este sistema de tratamiento; también sugiere que la producción de biogás mediante reactores UASB de segunda generación, posibilita eficiencias de obtención de biogás por encima del m^3/m^3 de digester, obteniendo valores de metano en su composición por encima del 70%; dichos reactores se podrían contemplar en la posible implementación, para obtener metano con mayor pureza e incrementar la producción de biogás en México.
- En México la generación de biogás, representa el aprovechamiento de los R. S. M. con fines energéticos, con esta energía convencional se podría generar energía eléctrica para todo el sistema colectivo metro, así como se genera en una parte del estado de Monterrey en México¹²³, y como un importante beneficio se previenen las emisiones de metano a la atmósfera.
- Como muestra Díaz¹²⁶, el biogás tiene un alto contenido energético, contando en ocasiones con un porcentaje de hasta el 65% en volumen de metano, también se reduce el impacto del metano como gas de invernadero, ya que es utilizado benéficamente y los costos de inversión para los sistemas de cogeneración son muy atractivos comparativamente con las plantas convencionales de producción de energía eléctrica, también se obtienen bajos costos en la producción de electricidad, y dado que en México existe un rezago en cuanto a infraestructura en el sector eléctrico que no va de acuerdo con el crecimiento en el país, se requiere fuertes inversiones de capital, para balancear esta demanda con la capacidad de producción. La legislación actual en México permite la generación de energía eléctrica por métodos alternativos, para ser utilizados por los propios generadores o ser vendida a CFE a las tarifas convenidas, lo cual beneficiaría a los inversionistas que piensen invertir en proyectos de cogeneración.
- El tratamiento de las aguas residuales, indica Serrano¹²⁷, necesita de un pretratamiento para la remoción de materia gruesa, granular, grasas y aceite, y posteriormente dos tratamientos para la remoción de sólidos sedimentables y estabilizar la materia prima, para posteriormente desinfectar los efluentes tratados, removiendo las bacterias patógenas; proceso importante que se podría implementar para el tratamiento de las aguas residuales en México.
- Como indica Omer¹²⁸, el biogás proveniente de la biomasa es un energético alternativo con gran potencial en Sudán, la investigación de esta tecnología es costosa pero la energía es potencial, y como Sudán es el país más grande del continente Africano, vale el costo para la implementación del biogás en áreas rurales, ya que el 70% de la población vive en estas áreas, por esa situación en África se comenzó a generar biogás a principios de los años 80's, y a partir de la energía proveniente de la biomasa, ya se abastecía el 87% de las necesidades energéticas del país para el año 2003; también como ventaja se proveen condiciones

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

sanitarias a las áreas rurales y es una importante opción para remplazar al petróleo o su falta de él, así como también el biogás sirve en pequeña escala para el abastecimiento de las industrias, propiamente dicho la cogeneración; estos beneficios suponen una mejora de las condiciones en México para las áreas rurales.

- En México se podrían obtener bastantes beneficios con la implementación del biogás, así como indica Mohaibes¹²⁹, que experimentos en Finlandia muestran que la generación de biogás conlleva el tratamiento de los residuos, donde la temperatura es el principal factor de las técnicas en el tratamiento del estiércol líquido, ya que con la Pasteurización se puede recuperar el calor para otras actividades y el proceso convierte la materia orgánica de desecho en un producto útil para el abono.
- Keeton¹³⁰, indica que se puede utilizar la generación de biogás para tratar y limpiar zonas puntuales, como una laguna,; dicho proceso se tendría que considerar para la implementación en lagunas y ríos en México.
- En México el biogás, se puede mandar directamente a la localidad cercana para diversos usos, lo que indica que las plantas se pueden operar con bajos tiempos de retención¹³¹, así mismo se puede promover la generación de energía eléctrica en zonas rurales, y con esta modalidad energética se espera que se independicen las políticas del petróleo, ya que se puede generar biogás doméstico a partir de recursos renovables.¹³²

Inconvenientes:

- Como presenta Torres¹⁶, la desventaja que presentaría en México la generación de biogás, sería el requerimiento de una inversión inicial elevada, así como hace falta supervisión para evitar explosiones impidiendo todo escape de gas del digestor a la atmósfera.
- Como indica Díaz¹²⁶, una desventaja del proceso de digestión anaerobia, es que presenta un volumen de producción de lodos de entre el 35% y el 50% menos que lo obtenido en la digestión aerobia.
- Como cita Serrano¹²⁷, la remoción de las bacterias patógenas, es un proceso necesario y costoso, en la implementación del biogás, para el tratamiento de las aguas residuales en México.
- Como indica Mohaibes¹²⁹, las desventajas que presenta el tratamiento patógeno del estiércol líquido para la producción de biogás, son un alto requerimiento de energía, riesgo de emisiones de amoníaco y de óxido nítrico, así mismo el requisito para el mantenimiento regular no puede ser económicamente viable y el proceso es relativamente lento, aunque es más rápido que el tratamiento anaerobio. En algunos casos, se presentan bacterias patógenas nocivas en los lodos ó abonos generados en las plantas de biogás convencionales, como la Salmonella y Escherichia Coli; dichos patógenos pueden causar infecciones en humanos y animales, por lo que se recomienda dependiendo de los sustratos de alimentación, realizar en las plantas una Pasteurización al sustrato antes de alimentar la planta; dicho pretratamiento consta de un calentamiento a 45°C por más de 40 días, a 50°C por 3 días, a 55°C por 15 horas, a 60°C por 2 horas y a 70°C durante 7 minutos, con alguno de estos pretratamientos se puede manejar el sustrato sin preocupaciones por bacterias existentes; dichos procesos pueden ser tomados en cuenta para la posible implementación en México del biogás.

- Keeton¹³⁰, cita que al limpiar zonas puntuales, como una laguna, o un río con la generación de biogás, se reduce la demanda biológica de oxígeno del agua en un 90% y como el biogás liberado a la atmósfera localmente desplaza al aire, trae como consecuencia, que los niveles de oxígeno sean menores restringiendo la respiración, esto hace necesario ventilar los lugares donde se encuentran los biodigestores, para evitar riesgos de asfixia y explosión; dichos inconvenientes se tendrían que considerar para la posible implementación en lagunas y ríos en México.
- Como muestra Sahlstrom¹³³, es necesaria una pasteurización de los lodos generados como subproducto del biogás, para no contaminar los cultivos con patógenos como la Salmonella, Listeria, Escherichia coli, Campylobacter, Mycobacteria, Clostridia y Yersinia, también los animales y sobre todo para no poner en riesgo la salud humana, por lo que se indican los procedimientos utilizados en Suiza y en Alemania, los cuales consisten en un calentamiento a 70°C por 60 minutos antes de trabajar en intervalos de temperatura mesofílicos, y a 70°C por 60 minutos cuando se trabajará en intervalos termofílicos de temperatura; dicho proceso presentaría en México beneficios de salud en áreas rurales, con el inconveniente que presentaría costos más altos en la producción de biogás.

4.2.4 Implicaciones económicas del empleo de biogás

Las implicaciones económicas para poder ubicar finalmente cada planta, deben comprender los siguientes puntos de importancia: en primer lugar la capacidad de la planta a instalar, posteriormente el transporte, el agua para el proceso, eliminación de desechos, eliminación del ruido, la mano de obra, los factores de la comunidad y la elección final del sitio donde se ubicará la planta.

Primero se establece la clasificación de las plantas de cogeneración de acuerdo a su capacidad.

Tabla 28. Clasificación por capacidad de las plantas de biogás¹²⁵

CLASIFICACIÓN	CAPACIDAD
Micro generación	Menores a 500 Kw
Mini cogeneración	De 500 a menos de 1,000 Kw
Planta chica	De 1,000 a menos de 5,000 Kw
Planta mediana	De 5,000 a menos de 20,000 Kw
Planta grande	Desde 20,000 Kw

Transporte:

Para éste factor se toma en cuenta el estudio que respecta al trabajo y que se relaciona con las rutas de recolección y centros de acopio para facilitar la localización de la planta. Para éstos fines, el transporte a utilizar puede ser terrestre, camiones o trailers, los cuales están clasificados como transportes regulares o eventuales,

pero se recomienda que el transporte sea propio, es decir, de la empresa encargada de obtener el biogás, todo esto para evitar el pago del alquiler.

Agua para uso Industrial:

Para obtener el biogás, el agua es indispensable para que se pueda llevar a cabo la biodegradación y para ello se requiere hacer el estudio del abastecimiento de agua, en la zona en la que se pretenda ubicar la planta, por otro lado no sólo es de interés la cantidad de agua, también su calidad, la que con exámenes químicos y bacteriobiológicos de esta, se indicará el tipo de tratamiento que se requiera utilizar, este proceso influirá en el costo que se comparará con el de otros sitios.

En este caso, se puede utilizar agua municipal, debido a que ya se encuentra tratada y se puede tomar, sobre todo es adecuada para el proceso de la biodegradación, para esto se debe realizar el trámite correspondiente.

Para el almacenamiento del agua se pueden utilizar dos cisternas, una para abastecer el agua del proceso y la otra para usarla en caso de un incendio, o bien, como auxiliar en caso de escasez por cierto tiempo o temporada.

Por otro lado, se pretende recolectar mediante ductos las aguas pluviales, que es gratuita y para esto se puede realizar el diseño de los ductos y la forma en que se almacenará el agua en la cisterna.

Eliminación de desechos y disminución del ruido:

El ruido en el caso de la obtención de biogás es nulo, por otro lado, el manejo de los desechos (subproductos), se almacenarán temporalmente en cisternas, y después se podrían dirigir a los destinos correspondientes.

Mano de obra:

El personal que labore dentro de la planta, se le someterá a un curso de capacitación y adiestramiento relacionado a todos los puestos dentro de todos los departamentos, con la finalidad de poder rolar al personal en cualquier momento que sea necesario en los diferentes puestos. El curso comprenderá desde la forma de desenvolverse dentro de la actividad que desempeñará, hasta la seguridad e higiene del personal dentro de cualquier área de trabajo.

Los operarios para el mantenimiento, forman una gran parte de la fuerza laboral de cualquier planta de proceso y es necesario que la comunidad tenga disponible, cuando menos, un núcleo de tal fuerza, así como las facilidades de entrenamiento para la preparación de nuevos trabajadores.

Factores de la comunidad:

Los centros de cultura y recreación dentro de la ZMCM, son importantes y bastos para el sano desarrollo de los trabajadores en sus días de descanso y días festivos, entre esos centros están las iglesias, bibliotecas, escuelas, teatros, asociaciones de concertistas y otros grupos similares, que son atractivos y dinámicos, y hacen mucho por la comunidad.

Elección final del sitio:

Para la ubicación final y exacta de la planta se cuenta con la siguiente información:

- Ubicación de los sitios en donde se generan los desperdicios de frutas y verduras.
- Posible ubicación de los centros de acopio.

- Un aproximado de la cantidad de materia prima generada en las 23 zonas, en que se ubicarían los centros de acopio en el D. F. y la ZMCM.
- El estudio de:
 - Las rutas de recolección y transporte.
 - El servicio de agua para uso industrial y municipal.
 - Manejo de los subproductos.
 - Combustible y energía.
 - Mano de obra.

Distribución de áreas:

El criterio que se utiliza dentro de la planta con respecto a la distribución de áreas, es que se realice el menor movimiento posible para trasladarse de una zona a otra, para cumplir con lo establecido se tiene una distribución óptima, de acuerdo a los departamentos que la conforman.

Capacidad, rendimiento, flexibilidad y ampliaciones futuras:

Factor de servicio: Considerando que la generación de desperdicios de frutas y verduras en la ZMCM es constante en todo el año, así mismo la obtención de biogás, se tiene que cada planta operará con un factor de servicio del 83.56%, o sea se trabajarán 305 días al año.

Considerando la importancia que tiene el mantenimiento que se le da al equipo con el que se trabaja, se plantean, una vez que se ha fijado el factor de servicio, dedicar 60 días para el mantenimiento de toda la planta; con esto se garantiza que en el próximo período de trabajo, el equipo, por lo menos, estará en condiciones adecuadas para volver a utilizarlo.

Este mantenimiento se podría realizar dos veces por año (en febrero y agosto), organizando el plan de trabajo usando como referencia las fiestas de diciembre, puesto que en estas fechas se genera mayor cantidad de desperdicios.

Se considera un turno de trabajo de 8 horas, y se proyectarán si es necesario, turnos adicionales para mantener el control del proceso y así satisfacer la demanda de producción.

Capacidad y rendimiento:

La capacidad de la planta, dependerá directamente de la composición de los desechos de frutas y verduras que se vayan a procesar; considerando como base de cálculo los desechos generados en la Central de Abastos (CEDA) y en el bordo poniente.

Flexibilidad:

La planta no podrá seguir operando por falta de agua, energía eléctrica ó falta de espacio en los tanques de almacenamiento, aún teniendo lleno el tanque de emergencia.

Previsiones para ampliaciones futuras:

Para las posibles ampliaciones, dentro de la planta se ha previsto de jardines, campos, canchas deportivas, terrazas, entre otros. Se propone que estas áreas cuenten con poca estructura material, con la finalidad de disponer de estas en el momento oportuno.

4.2.5 Materias primas más comunes disponibles para la generación de biogás

México es un País, en el que se tiene un clima propio para el cultivo de una gran variedad de frutas y verduras, y como en la Ciudad de México es el centro comercial más importante de la República Mexicana, no es sorprendente que en los mercados de esta gran urbe se encuentren frutas y verduras que provienen de varias regiones. Por tal, en cualquier comercio se puede encontrar todo tipo de frutas y legumbres, hasta de las zonas costeras, como los cocos.

Puesto que las características de los desechos, dependen fundamentalmente de frutas y legumbres que se manejan en los mercados, es de esperar que la composición cualitativa de los residuos, sea tan heterogénea como variada sea la mercancía que se vende en los centros de distribución de los alimentos, es decir, como los desperdicios vienen en una mezcla heterogénea, es casi imposible determinar la composición de cada uno de ellos. Por eso se debe tomar en cuenta que los desechos más comunes en todo el año son: aguacate, cebolla, chile, cilantro, jitomate, tomate, manzana, papa, naranja, papaya, plátano, sandía, etc.

4.3 Cogeneración de bioalcohol y biogás

En la producción de alcohol etílico, las destiladoras generan una gran cantidad de desechos de caña que se ocupan para alimentar animales, pero en realidad, con la implementación de los bioenergéticos, esos desechos y los efluentes se podrían utilizar como materia prima para generar biogás, pudiéndose ubicar una planta a un lado de cada destiladora, para que genere biogás para producir energía eléctrica para las dos plantas, la destiladora y la de biogás, pudiéndose realizar una cogeneración de energía que podría dar como resultado, costos más bajos de producción de alcohol etílico y ahorros considerables en el consumo de energía eléctrica para las dos plantas; el ejemplo se puede tomar de las experimentaciones realizadas en Dinamarca, donde a partir de desechos lignocelulósicos generan etanol y de los desechos de esta producción se produce biogás, reduciendo así los costos de producción y haciendo competitivos los costos de los bioenergéticos en comparación con los energéticos fósiles.¹³⁴ Así mismo de la planta de biogás, se podrían aprovechar los lodos fertilizantes que se generan, para abonar la tierra de cultivo para la caña y así obtener una mejora en el crecimiento y la calidad de la caña de azúcar.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Dos problemas trascendentales pesan sobre el futuro de la humanidad, la disminución de las reservas energéticas y la creciente contaminación ambiental. Según Duncan³, las reservas mundiales cuentan con un tiempo de vida aproximado de menos de 30 años, dato que se compagina con las estadísticas de PEMEX¹⁹, las que indican que las reservas mexicanas tendrán una duración de 29 años. Por ello resulta de interés analizar todas las alternativas, que permitan emplear los recursos naturales renovables (biomasa) como fuente de energía y al mismo tiempo reducir los desechos contaminantes generados.

La biomasa cultivada y de desecho, se puede utilizar para la producción de bioalcohol etílico y biogás, ya que es una fuente renovable y fomenta una ciudad más limpia.

Con la recolección de los residuos generados diariamente que no se aprovechan en el D. F., se podría obtener una gran fuente de biomasa disponible sólo con crear e implementar un sistema adecuado de recolección y separación de los residuos, ya que la actual Ley de separación de residuos sólidos del D. F. no se ha llevado a cabo de una manera eficiente.

Para procurar una biomasa cultivada de calidad, es necesario mantener los niveles óptimos de nitrógeno en la fertilización, lo que sugiere que los lodos fertilizantes de la digestión anaeróbica se utilicen para este caso, para obtener una mejor calidad de biomasa y por consiguiente una eficiencia mayor en la producción de los bioenergéticos alternativos.

En México, en el caso del bioalcohol etílico la opción más competitiva y económicamente factible a seguir para su producción, es en un principio la tecnología actual, y posteriormente una que consta de tres pasos:

Deslignificación del residuo celulósico mediante tratamientos alcalinos, la sacarificación de los residuos celulósicos mediante la hidrólisis enzimática, utilizando *Trichoderma Viride* para obtener mayor glucosa en proporción con otros azúcares, y la fermentación alcohólica de los azúcares provenientes de la hidrólisis usando la bacteria *Saccharomyces cerevisiae* en el proceso de una sola fase; y en segundo lugar, el proceso de dos fases es un método de condiciones tecnológicas y sencillas de operación, lo que hacen de ésta alternativa, la opción más competitiva y económicamente factible para una posterior implementación de nueva tecnología en México; estos procesos sugieren Reddy³⁴ y Knappert⁴⁴, son los que ofrecen mejores resultados en la producción de bioalcohol etílico.

La implementación de bioalcohol etílico en un futuro se podría extender a gran escala, pudiéndose así consecutivamente suministrar grandes cantidades de azúcar al mercado mundial al amparo del TLC (Tratado de libre comercio) u otros acuerdos internacionales, así como atender el consumo interno.

En el presente trabajo, se ha intentado mostrar la factibilidad de la implementación del bioalcohol etílico en México como combustible, ya que los resultados prácticos desde hace algunos años en países como EUA indica Yacobucci⁴⁵ ó en Brasil indica Rothman¹¹², son muy satisfactorios y como energético alternativo, es un componente oxigenante y antidetonante de la gasolina, que se puede usar en mezclas ó como sustituto de la gasolina convencional (en México comercialmente se manejan dos tipos de gasolinas, la denominada Magna sin plomo y la denominada Premium sin plomo, la diferencia entre las dos es que la gasolina Premium brinda mayor

octanaje al motor y tiene un precio mayor que la gasolina Magna) para uso automotriz, generando emisiones más ligeras que las de la gasolina, ya que reduce significativamente las emisiones de NOx, CO y HC.

De acuerdo con Ferenc⁴² y Yuksel⁵¹, que coinciden en que los beneficios que proporciona el bioalcohol etílico con su implementación son satisfactorios, y se han obtenido buenos resultados en Hungría y Turquía.

El bioalcohol etílico, conforme se incrementa en mezcla con la gasolina reduce el consumo de combustible y aumenta la eficiencia y potencia del motor.

Con la utilización del bioalcohol etílico al 100%, se eliminarían los antidetonantes usados en la gasolina convencional, como el eter metil terbutílico, procurando una significativa reducción de sus emisiones contaminantes, ya que en países EUA se han encontrado fuertes impactos ecológicos por residuos de éste compuesto en el agua.

El bioalcohol etílico en autos con carburador, se puede usar en mezclas de hasta un 50%, pero la mezcla ideal para su mejor encendido e incremento de potencia en el motor, es de 30% bioalcohol - 70% gasolina sin modificación alguna al motor, ya que en autos con carburador no serían costeables los cambios al motor para que utilizaran bioalcohol etílico al 100% y sin modificaciones al utilizar más del 50% de bioalcohol etílico, tienen problemas para funcionar adecuadamente; Sadiq Al-Baghdad¹¹³ indica que en Irak han tenido muy buenos resultados con la implementación de bioalcohol etílico, lo que los llevó a investigar ahora en la producción de hidrógeno como energía alterna, lo cual es un paso muy importante en la implementación e investigación de las energías alternas, camino que México podría tomar a futuro.

Sin embargo en autos con inyección de combustible, se puede usar el etanol hasta en la proporción de 50% / 50% de gasolina PEMEX Magna comercial, ya que son bajas en plomo y contienen una concentración de 0.003% de azufre, lo que disminuye las emisiones a la atmósfera y no causan daños significativos al motor, ésta mezcla se puede utilizar sin ninguna modificación al mismo.

La diferencia más significativa entre automóviles de inyección de combustible y los automóviles con carburador es que los inyección, sí pueden funcionar con 100% de bioalcohol etílico con pequeñas y no costosas modificaciones al motor, modificaciones que con la implementación de los bioenergéticos en México podrían realizarse desde la planta armadora de automóviles, como en el caso de Brasil.

Sin embargo las modificaciones, indica Bayraktar¹⁰⁷ son necesarias y constan de la sustitución de las partes y empaques de hule y caucho del motor, como la bomba y el filtro del combustible, las juntas y empaques del motor, para evitar la corrosión de éstos; también se debe calibrar el sistema de los inyectores a la densidad del bioalcohol etílico. Así mismo se podría realizar una modificación al tanque del combustible, tal modificación constaría de un revestimiento térmico que sirve para mantener el bioalcohol a una temperatura alejada de su punto de evaporación y al agua a una temperatura alejada de su punto de fusión, en por lo menos 10°C, así se puede evitar el problema del punto de congelación del agua contenida en el alcohol y por lo tanto la obstrucción de la alimentación del tanque al motor, también se podría utilizar un cosolvente semipolar como el isopropanol para evitar la separación de fases, pero esta alternativa resulta menos costeable e incómoda para el consumidor con el tiempo.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Los automóviles de inyección de combustible al contrario de los de carburador, sí pueden funcionar con 100% de etanol durante algunos días consecutivos, pero con el paso de éstos, el buen funcionamiento decrecería, ya que puede presentar problemas en el arranque, el flameado de las bujías y válvulas, así como filtraciones de aceite a las camisas del motor, problemas con algunos empaques ó con los inyectores; por eso con la implementación, los cambios al motor se recomiendan realizar desde el armado de los automóviles en las plantas armadoras automotrices, para su óptimo funcionamiento con el 100% de bioalcohol etílico.

La implementación de bioalcohol etílico, puede traer beneficios micro-económicos, mediante la sustitución de energía, fuentes adicionales de ingresos a la industria cañera y producción creciente de los cultivos, así como beneficios macro-económicos, mediante la generación descentralizada de energía, para consumo nacional y la sustitución de importaciones.

A continuación, se presenta el precio que tiene un litro de combustible en mezcla, con 30% de alcohol etílico y 70% de gasolina Magna.

Dado que el litro de gasolina Magna tiene un precio de \$ 6.33^{1*} y el litro de alcohol etílico a granel de \$ 9.50^{2*}, el precio real de un litro en mezcla al 30% de etanol sería de \$ 7.33

Litro de alcohol etílico tiene un precio de \$9.50 y se necesita el 30% = \$ 2.85

Litro de gasolina Magna tiene un precio de \$6.40 y se necesita el 70% = \$ 4.48

El litro de la mezcla etanol al 30% con gasolina Magna al 70%, tendría un precio de = \$ 7.33

El bioalcohol metílico como energético alternativo, se puede usar como aditivo de las gasolinas convencionales de PEMEX (Magna y Premium), para el uso en automóviles con motores de carburador y de inyección de combustible, ya que contribuye a reducir las emisiones de CO, HC y NOx, así como proporciona mayor potencia al motor y disminuye el consumo de combustible; Castillo²⁸ y Tovar⁶¹ indican estas ventajas con la implementación de bioalcohol metílico y como presenta la desventaja de que su potencia calorífica es inferior a la de la gasolina, solo se sugiere como aditivo y no en mezclas elevadas o como sustituto de la gasolina.

El bioalcohol metílico, se puede utilizar como aditivo de la gasolina sin ninguna modificación en los motores de carburador o de inyección de combustible, y esta opción puede ser un principio para minorizar las emisiones que actualmente generan los automóviles, por lo tanto los usuarios notarían los cambios al conducir, en el rendimiento del combustible y algo muy importante, al llevar los automóviles a la verificación vehicular notarían la contribución que están realizando al medio ambiente al utilizar metanol como aditivo, así mismo no tendrían rechazo al verificar sus automóviles.

La mayoría del alcohol metílico se produce a partir del hidrógeno y monóxido de carbono, por lo que con la implementación de este bioenergético en México, permitiría en un futuro importar la tecnología para producirlo a partir de la biomasa.

Cabe mencionar que al usar el bioalcohol metílico como aditivo, se puede usar hasta en 10% en vol. con la gasolina.

1* Precios por litro de gasolina Magna y Premium, Petróleos Mexicanos, D. F. México, octubre de 2005.

2* Cotización, alcohol etílico (rectificado extra fino) 97° GL, Empresa SANEGA, México, agosto de 2005, 1 p.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

El precio actual de un litro de metanol es de \$5^{1*}, el gasto por el aditivo al llenar un tanque convencional de gasolina de 40 litros sería de \$20 para el tanque lleno de gasolina; lo que indica que es un precio bajo y justificado para los beneficios que produce.

Con la implementación del bioalcohol etílico y metílico en México, se fomentaría el cuidado del medio ambiente en general, ya que al utilizar esta energía alternativa en los autos y camiones, sus emisiones contaminantes a la atmósfera decrecerían, contribuyendo a la mejora continua del medio ambiente, ya que las emisiones contaminantes en el país son comparables con las de países industrializados lo que genera una preocupación muy fuerte en el ámbito ecológico, ya que las emisiones deberían de ser muy inferiores a las de los países considerados como primer mundo, y en un futuro se podría quitar la verificación vehicular, por las emisiones mas ligeras que garantizan los bioenergéticos alternativos.

En la tabla 27, se mostró el rendimiento en kilómetros por litro de gasolina, con esa tabla se pretende mostrar que el gasto de combustible en los automóviles, depende también mucho de la forma de aceleramiento del motor, sobre todo, influyen las condiciones de manejo y tráfico, ya sea en la ciudad ó en carretera.

En el caso del biogás, sirve para generar electricidad para usos múltiples, calentar agua para los baños y la cocina, calentar el agua de una alberca, cocción de alimentos, para el precalentamiento de agua y de otros fluidos en las grandes ciudades, así como en zonas rurales, y con un factor muy importante, que no necesitan ninguna modificación los motores o calentadores para su uso con el biogás; también el biogás puede usarse como combustible en automóviles de combustión interna que cuenten con las conversiones necesarias en el motor para uso de gas (modificación del sistema de inyección), para este caso específico, se tendría que establecer un parámetro mínimo de poder calorífico para cubrir las necesidades de alimentación de los vehículos, por lo que se recomienda realizar un estudio posterior sobre este tema.

Los lodos residuales pueden ser procesados para servir como alimento a diferentes animales y también, puede ser usado para fomentar el crecimiento del plankton, que es fundamentalmente alimento para los peces, esto lo indica el Instituto de Investigaciones Porcinas¹⁷, para este caso se tendría que realizar el análisis de patógenos antes de alimentar a la fauna predestinada para los lodos.

Así mismo, Morales⁶⁷ indica que el subproducto obtenido de la producción del biogás, es un lodo con alto valor fertilizante que tiene un alto contenido de nitrógeno, por consiguiente su uso puede incrementar la producción agrícola en un promedio del 10 al 20%, hecho que puede ser un factor importante en zonas rurales, para la alimentación de los sembrados y cultivos a un mejor costo.

El proceso de generación de biogás, se puede realizar con dos reactores en serie, uno que realice el pretratamiento para eliminar patógenos y otro en la etapa metanogénica que genere el biogás.

La opción más competitiva y económica factible para la implementación de biogás en México, son las plantas de cúpula fija, con operaciones de tipo continuo o semicontinuo, ya que requieren menores tiempos de retención y se pueden manejar volúmenes de desecho a nivel industrial, también tienen un bajo costo de construcción por no tener partes movibles y un gran tiempo de vida útil y como se encuentran bajo tierra, se evitan los cambios

^{1*}Cotización, alcohol metílico, Empresa SANEGA, México, agosto de 2005, 1 p.

bruscos de temperatura en las noches. Como es necesario que los desechos de alimentación se trituren hasta un tamaño adecuado para facilitar la digestión, el cual se puede realizar por un agitador especial que agite proporcionalmente.

Con la generación del biogás, se pueden realizar sistemas de cogeneración para obtener energía térmica y eléctrica, para autosustentar el proceso anaerobio y las destiladoras, ya que en un futuro se podrían construir cerca de estas.

Los biodigestores se pueden utilizar en pequeñas escalas en las industrias para la cogeneración de energía, esta cogeneración a nivel escala o a nivel industrial como indica Chevalier⁸⁶, procuraría una menor inversión para el abastecimiento de la creciente demanda nacional de electricidad, así mismo como lo menciona Díaz¹²⁶, la legislación actual en México permite la generación de energía eléctrica por métodos alternativos, para ser utilizados por los propios generadores o ser vendida a CFE a las tarifas convenidas, lo cual beneficiaría a los inversionistas que piensen invertir en proyectos de cogeneración de energía en México.

Para analizar la calidad de biogás, se necesitan realizar muestreos del abono generado para evitar patógenos en su generación, y para esto, solo se tiene que importar un indicador de bacterias que las detecte después de la Pasteurización a 70°C, dicho aparato conocido como FS se encuentra bajo investigación en estos momentos en Suiza como lo indica Sahlstrom¹³³, ya que el actual FS, sólo detecta las bacterias después de una Pasteurización a 55°C y a una mayor temperatura se vuelve ineficiente.

CONCLUSIONES

Los energéticos alternativos representarán un papel importante en el suministro de energía no convencional, ya que a medida que los combustibles convencionales tiendan a agotarse, su oferta tenderá a disminuir y su precio a incrementarse, hecho que justifica la implementación de los bioenergéticos alternativos en México.

La inversión de la implementación de los bioenergéticos en México sería grande, sin embargo los beneficios también serían muy grandes e importantes, por lo tanto se justifica.

Considerando los beneficios ambientales y económicos que porta esta tecnología, el Gobierno Mexicano podría fomentar las energías renovables no cobrando impuestos por su generación.

Con la implementación en México del bioalcohol y biogás, se podría fomentar la creación de nuevas industrias que ofrecerían opciones diferentes de suministros energéticos a la población, una vida más larga a las reservas de hidrocarburos y con la creación de nuevas industrias energéticas, se fomentarían muchas fuentes de empleo en México.

López¹⁵ en su estudio, indica que el 20% de los desechos generados en la ZMCM son generados en la central de abastos del D. F., por lo tanto, se concluye que es el lugar más indicado para construir la primera planta de biogás en el D. F., así mismo, como indica Morales¹²⁵ que en el lago de Texcoco, Estado de México (relleno sanitario del bordo poniente) es un punto también muy importante para colocar una planta de biogás, por la gran cantidad de desechos colocados en esa zona; por lo tanto se concluye que los dos lugares son los más indicados para la posible implementación de la dos primeras plantas de biogás en México, ya que en los dos casos se puede garantizar el suministro de materia prima y se pueden obtener grandes ganancias para poder seguir con la construcción de otras plantas, posteriormente, se pueden ubicar las siguientes plantas de biogás cerca de los centros de acopio mencionados en el capítulo 4, posteriormente se pueden construir las siguientes plantas, en las ciudades más grandes del interior de la República, hasta llegar a cubrir la demanda nacional de gas a partir de los R. S. M.

La utilización de biogás como energía alternativa fomenta la creación de un energético con mucha demanda en el país, lo que ayudaría a no importar tanto gas natural de otros países para consumo interno; hecho que podría incrementar el mercado interno y la economía nacional, así mismo, se podrían utilizar los gases de invernadero desaprovechados actualmente en los rellenos sanitarios.

El gas natural y propano se empieza a usar en automóviles, lo que promete que en poco tiempo se pueda utilizar el biogás como una alternativa factible a buen precio para el área automotriz.

El utilizar todos los desechos urbanos concientemente, puede ser posible ya que el Gobierno a dado ya el primer paso, creando una nueva Ley de separación de residuos sólidos, la cual pretende tener toda la biomasa aprovechable separada de primera mano, para su reutilización, y que mejor que el Gobierno mexicano realmente consienta el utilizar la biomasa utilizable en nuevas fuentes de energía.

Con la Ley de residuos para separar de primera mano los desechos en orgánicos e inorgánicos, se fomenta la implementación de los bioenergéticos en México, ya que los desechos inorgánicos se pueden reutilizar ó reciclar y los desechos orgánicos, se podrían utilizar para la generación de los bioenergéticos alternativos.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

El campo cañero Mexicano y la agroindustria azucarera nacional actualmente atraviesa por una crisis económica-financiera y el llevar a cabo proyectos de energías alternativas, apoyaría el desarrollo de éste sector olvidado, fomentando un precio fijo para la caña que indirectamente se utilice para éste fin , tomando en cuenta el quebranto de las exportaciones y la conveniencia de no limitar la superficie cañera de cultivo.

Con la implementación de los bioenergéticos, las destilerías necesitarían de habilitación, la cual se podría realizar con créditos y apoyos de las autoridades, ya que el programa implicaría riesgos, que habrán de superarse en cada caso con el tiempo.

El cálculo del precio por litro de una mezcla combustible al 30% de alcohol etílico y 70% gasolina, presenta una viabilidad de venta, ya que el costo neto por litro es de \$7.33 y el costo del litro de gasolina Premium es de \$7.56^{1*}, con estos precios se muestra que la diferencia de costos es mínima y es de \$ 0.23, lo que demuestra que es más económica la mezcla propuesta al 30% que el litro de la gasolina Premium al 100%; ésta gasolina la mayoría de las personas con autos nuevos y seminuevos la compra, por tanto la mezcla al 30% ofrece muchos beneficios a los ecosistemas por unos cuantos centavos menos por cada litro y sin necesidad de realizar modificación alguna en los motores.

Por lo tanto no se necesita realizar cambios en los motores, para utilizar alcohol etílico en mezcla con gasolina al 30% indicado, para los casos de autos con carburador y con fuel inyección, se propone en éste trabajo que PEMEX podría implementar la mezcla en las gasolineras establecidas como energético alternativo ecológico, esta opción puede ser el comienzo para fijar precios más bajos por la producción nacional del alcohol para éste fin, por lo tanto, con la implementación en poco tiempo los autos podrían circular con 100% de bioalcohol y por consiguiente, todas las empresas automotrices se verían obligadas si a realizar los cambios pertinentes en todos los automóviles nuevos ó a sacar al mercado modelos de automóviles que puedan circular con 100% de etanol. Cabe mencionar que en México, el bioalcohol etílico y el metílico se pueden utilizar al mismo tiempo, pero el curso energético ideal es, el uso de bioalcohol metílico como aditivo de la gasolina en los automóviles, como el primer paso a dar en el uso de la bioenergía, el segundo paso a dar es la utilización de bioalcohol etílico en mezcla, y posteriormente, el tercer paso es la utilización de bioalcohol etílico al 100% en los automóviles.

Por lo tanto, se concluye que con la implementación del bioalcohol y biogás se fomentaría un México limpio, ya que gran parte de la biomasa (contenida en la basura) tirada en la calle y que no llega a los tiraderos oficiales, se utilizaría como materia prima y por tanto tendría un precio fijo así como el aluminio de latas, acero ó cartón, que por lo mismo las personas ya no tirarían la basura a la calle y no pasarían desapercibido el levantar y llevar ésta basura al lugar donde se instalarían los centros de acopio y que por cada producto se pagaría un precio fijo.

Primeramente podrían crear centros de acopio de biomasa distribuidos en toda la República Mexicana para la compra de la misma, así como también se fomentaría algunas modificaciones a la nueva Ley de Residuos Sólidos para el Distrito Federal con el manejo y disposición de la basura orgánica para trabajar en conjunto con éstos centros de acopio antes mencionados.

^{1*} Precios por litro de gasolina Magna y Premium, Petróleos Mexicanos, D. F. México, octubre de 2005.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Con todo lo anterior el Gobierno del D. F. tendría la obligación de difundir que tipo de basura es utilizable para la generación de biogás y de bioalcohol y por supuesto imponer precios fijos para cada tipo de basura.

Con estos cambios, la gente tendría otra alternativa para la basura que se genera en el hogar, por lo tanto aparte de poder tirar la basura en los camiones de recolección gratuitos, podría también llevar la basura a los centros de acopio y recibir una remuneración, otro beneficio es que se crearían nuevas empresas y campo de empleo, así como se fomentarían ciudades y zonas verdes limpias en todo el País, así como en la actualidad no se ven latas de aluminio tiradas en las calles ni en otros lugares ya que valen dinero, así mismo se acabaría con el problema de la basura en la vía pública y en lugares verdes ya que es una solución a corto y a largo plazo, de una parte muy importante de la contaminación ambiental en México.

Finalmente se puede concluir el trabajo, mencionando que de los 5 objetivos planteados, el primero se logró en su totalidad, ya que se presentaron los beneficios e inconvenientes del uso y generación de los energéticos alternativos, a partir de los recursos renovables en México; el segundo objetivo se logró en su totalidad, ya que se describió la materia prima, la procedencia y sus pretratamientos adecuados, para su utilización en la producción de los energéticos alternativos; el tercero se logró parcialmente, ya que se presentaron los bioalcoholes y el biogás como energéticos alternativos, sus procesos de producción, así como las ventajas y desventajas que presentarían como sustitutos de los energéticos convencionales en México, con su posible implementación en base a experiencias en otros países, como los casos particulares de Brasil con el bioalcohol y el de India con el biogás, ya que son los dos países con más tiempo produciendo los energéticos alternativos, con muy buenos resultados, así mismo se debe tomar en cuenta que en otros países las condiciones climáticas varían demasiado, así como las normas de calidad en los automóviles, la tecnología de las plantas de biogás, las normas ecológicas, las leyes de los R. S. M. etc..., factores que con la implementación se tendrían que estudiar con más detalle; el cuarto objetivo se logró en su mayoría, ya que se presentó el marco legal de los energéticos, la política ambiental y se realizó un análisis de la factibilidad de los bioenergéticos alternativos en México; el quinto se logró parcialmente, ya que las implicaciones que se presentarían con la posible implementación de los bioenergéticos alternativos, sólo se podrían comprobar con la práctica real en México.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 1

OBSERVACIONES DEL USO DE BIOALCOHOLES (ALCOHOL ETÍLICO Y METÍLICO), EN EL FUNCIONAMIENTO DE AUTOMÓVILES Y CAMIONETAS, EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Durante el estudio de la carrera profesional y la elaboración del trabajo de tesis en la Facultad de Química, se tuvo la oportunidad de realizar diversas pruebas en diversos automóviles y camionetas con diferentes características, a los que se les aplicó alcohol etílico y alcohol metílico que cumplieran con las especificaciones reguladas por la normatividad mexicana y cumplieran con las características necesarias para ser usados como bioalcoholes, las observaciones de las experiencias se presentan a continuación:

El procedimiento general para la observación, se realizó de la siguiente forma:

Primero se vaciaban los tanques de combustible, luego se cargaban con una determinada cantidad de gasolina al 100%, posteriormente se volvía a vaciar el tanque y nuevamente se cargaban con la misma cantidad de las mezclas de etanol-gasolina, metanol-gasolina y etanol 100%.

La forma de medir el rendimiento, se realizaba de la siguiente manera: al encender el automóvil, se ponía en ceros el marcador del kilometraje y se tomaba nota del rendimiento que tenían los litros de combustible en kilómetros en comparación con el rendimiento que proporcionaba la gasolina.

Se experimentó en diferentes camionetas y automóviles con diferentes características de cilindraje, forma de inyección de combustible y diferentes modelos, se trabajó con automóviles con motores de carburador e inyección de combustible.

Las pruebas se realizaron con el uso diario normal de cada uno de los vehículos; a continuación, se presentan los resultados de los vehículos, divididos en dos partes por sus características, la primera se compone de vehículos con motores de carburador y la segunda con motores de inyección de combustible:

La primera parte se compone de dos camionetas, una Ford Econoline 1982 (ocho cilindros), y otra Nissan 1985 (cuatro cilindros), las dos se mantuvieron en condiciones de trabajo normales durante todo un año, trabajando con diferentes proporciones de hasta el 50-50% en vol. de bioalcohol etílico-gasolina PEMEX magna comercial y la mejor proporción, fue del 30% de bioalcohol en vol., con esta proporción de alimentación se observó el mejor desempeño, potencia y rendimiento del energético en las dos camionetas.

La segunda parte se compone de una camioneta Chevrolet Silverado 1991 (ocho cilindros), otra Ford Ranger 1990 (seis cilindros), un auto Tsuru III modelo 1993 (cuatro cilindros), y un Jetta 1995 (cuatro cilindros); en esta parte se trabajó con todo tipo de proporciones alcohol etílico-gasolina (premium y magna), hasta el 100% de alcohol en algunas ocasiones y el resultado después de varias pruebas durante tres años en la camioneta Chevrolet y durante un año consecutivo en los demás automóviles; es que el motor no sufrió ningún daño a consecuencia del bioalcohol etílico, se observó en todos los vehículos un funcionamiento normal y un incremento en la potencia del motor desde el arranque, a excepción de cuando se utilizó durante algunas semanas seguido el etanol al 100%, ya que se llegaron a flamear las bujías. A la temperatura de 17-28°C tuvieron el mejor encendido y funcionamiento normal del motor, a bajas temperaturas debajo de 10°C, se observaron problemas al encendido y al arrancar, los cuales se asocian con las diferentes temperaturas en que sale el combustible del tanque, esto sucedió solo en mezclas arriba del 70% bioalcohol-gasolina y al 100% de bioalcohol.

También se experimentó con bioalcohol metílico, como aditivo en las camionetas y autos antes mencionados y durante 6 meses de usar un litro como aditivo por cada 10 litros de gasolina PEMEX magna comercial, se observó que el rendimiento en algunas ocasiones aumentó, esto se notó en el kilometraje por litro, el porcentaje de aumento dependió de la forma de forzar (acelerar) el motor en el uso diario del automóvil, al tener un manejo normal, sin forzar demasiado (aceleramiento adecuado) el motor, en los vehículos y camionetas con carburador y con inyección de gasolina, se observó el mayor rendimiento de combustible; el resultado después de las pruebas demostró que los motores no sufrieron daños a consecuencia del bioalcohol metílico y a temperaturas de entre 10-30°C el funcionamiento del motor fue ideal, así como también se observó un aumento en la potencia de los mismos automóviles.

Cabe mencionar que todos los automóviles de la experimentación, con bioalcohol etílico y bioalcohol metílico al presentarlos a la verificación vehicular semestral obligatoria en el D. F., la cumplieron aceptablemente, sin problemas de algún tipo y sin rechazo.

Cabe mencionar que de acuerdo a las observaciones, se recomienda un estudio y experimentación en aislantes térmicos adecuados para utilizarlos en la creación de revestimientos especiales, en tanques de gasolina para automóviles en México.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas generales, observadas en la utilización de bioalcohol etílico y metílico en los automóviles:

Ventajas generales observadas de la utilización de bioalcohol etílico y metílico:

- Incremento de la potencia del motor.
- Mejor manejabilidad.
- Incremento en el rendimiento del combustible.
- Pasaron sin problemas las verificaciones vehiculares.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Desventajas generales observadas de la utilización de bioalcohol etílico y metílico:

- Emisiones con olor a etanol.
- Con el uso continuo de etanol al 100% por algunos días, se flamearon las bujías y en ocasiones no encendieron los autos, esto ocurrió en las mañanas, cuando los autos se encontraban fríos y sucedió con mayor frecuencia en los autos que en las camionetas.
- Con el uso de metanol arriba del 30% en las camionetas de carburador se tuvieron problemas en el arranque.
- Problemas en la medición del rendimiento del combustible, ya que cada que se vaciaba el tanque y se introducía una nueva mezcla, no se podía contabilizar el combustible en su totalidad, ya que se necesitaba agregar cierta cantidad del mismo en el carburador para que encendieran los automóviles con carburador, y en el caso de los de inyección de combustible, en ocasiones tardaba la bomba automática en jalar el combustible para ocasionar el arranque.

En general se puede recomendar el uso de bioalcohol metílico como aditivo al 10% en mezcla con la gasolina para todo tipo de automóviles y camionetas con carburador ó con inyección de combustible, y el uso de bioalcohol etílico al 30% máximo en autos y camionetas con carburador, así mismo para los autos y camionetas de inyección de gasolina se recomienda el uso hasta de un 50% máximo, ya que es necesario las modificaciones en los motores, principalmente en el sistema de inyección y en las partes que se pueden corroer.

Cabe mencionar que en México, en los primeros meses del año 2006, se comenzarán a introducir autos híbridos importados de Japón, estos automóviles trabajan con gasolina y con energía eléctrica, por lo que el conductor va poder decidir como utiliza el automóvil para poder evitar emisiones al ambiente y ahorrar combustible, lo cual es una ventaja; pero el problema de esta tecnología en México, va ser en un futuro cercano, ya que se acumularán en algunos años muchas baterías y se corre el riesgo de que los usuarios no las lleven a los lugares adecuados para su tratamiento, ya que son pocos los lugares y el tratamiento de estos residuos son costosos, por ser considerados residuos peligrosos, lo que puede llevar a las personas a tirar las baterías a los tiraderos no reglamentados ó a los rellenos sanitarios, provocando con esta acción otro tipo de contaminación grave para el medio ambiente.

Por estas circunstancias, se recomienda a corto plazo, realizar una implementación de nuevos catalizadores en todos los automóviles para disminuir las emisiones contaminantes al ambiente, y para procurar una solución más adecuada para el futuro ambiental en México, se recomienda posteriormente la implementación de los bioenergéticos alternativos en México, del bioalcohol etílico y metílico en mezcla, y posteriormente el bioalcohol etílico al 100%.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 2

INSTITUCIONES DEL SECTOR ENERGÉTICO

A) Papel del sector público

1) Secretaría de Energía (SE):

La SE promueve la participación de los particulares, en los términos de las disposiciones legales aplicables y en su carácter de coordinadora del sector energético conduce la actividad de las entidades paraestatales, en las que preside sus Consejos de Administración y establece, junto con las entidades y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) la propuesta de presupuesto que se presenta al Congreso de la Unión. Así mismo propone la política de tarifas y de precios de combustibles, que son finalmente aprobadas por la SHCP.

2) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM):

La SHCP y la SECODAM participan en tres niveles dentro del sector energético.

En primer lugar, coordinan la formulación del presupuesto y los programas de las entidades del sector; en segundo término supervisan la ejecución de proyectos y actividades autorizadas por el Congreso de la Unión; y finalmente evalúan resultados administrativos a través de informes y de la cuenta pública.

3) Comisión Reguladora de Energía (CRE):

La CRE es un órgano desconcentrado, dotado con autonomía técnica y operativa, encargado de la regulación de las industrias eléctricas, de gas natural y las actividades de gas L. P. llevadas a cabo por ducto.

4) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CONASENUSA):

La CONASENUSA es un órgano desconcentrado de la SE, responsable de asesorar y vigilar el cumplimiento de las normas en materia nuclear, radiológica, física, de salvaguardias y administrativas en las instalaciones que se realicen actividades con tecnología altamente especializada, que involucren el uso de materiales y combustibles nucleares y radioactivos.

1) Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE):

La CONAE funge como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la administración pública y federal y cuando así lo soliciten, de los órganos de las entidades federativas, de los municipios y los particulares en materia de ahorro y uso eficiente de energía, también participa en el aprovechamiento de energías renovables.

6) Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)

Su objeto es la investigación, el desarrollo tecnológico y prestaciones de servicios técnicos, así como el desarrollo de los recursos humanos al servicio de las industrias petroleras, petroquímica y química.

7) Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

El IIE tiene como objeto promover y apoyar la innovación tecnológica en el sector eléctrico, así como de sus proveedores y usuarios, mediante la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y servicios técnicos especializados.

8) Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ)

Su objeto es la investigación y desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares, promueve los usos pacíficos de la energía nuclear y difunde los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social y tecnológico del país.

B) El sector paraestatal energético

1) Petróleos Mexicanos (PEMEX):

PEMEX tiene por objeto ejercer la conducción central y la dirección estratégica de todas las actividades que abarca la industria petrolera, en los términos de la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo.

En julio de 1992 entró en vigor la ley orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios, a partir de la cual se construyeron cuatro organismos descentralizados de carácter técnico industrial y comercial, coordinados por un corporativo, que se describen a continuación:

➤ PEMEX - Exploración y Producción, es el organismo encargado de la exploración y explotación de los yacimientos de petróleo y gas natural, así como de su transporte, almacenamiento en terminales y comercialización

➤ PEMEX – Refinación, lleva a cabo los procesos industriales de la refinación; elabora productos petrolíferos y derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas, así mismo, almacena, distribuye, transporta y comercializa los productos derivados mencionados.

➤ PEMEX - Gas y Petroquímica Básica, realiza el procesamiento del gas natural y sus líquidos, así como el transporte, comercialización y almacenamiento de los productos obtenidos por medio del endulzamiento, recuperación de licuables y fraccionamiento, de donde se obtiene gas natural seco, etano, propano, butano, gasolinas naturales y azufres

➤ PEMEX – Petroquímica, realiza procesos industriales petroquímicos cuyos productos no forman parte de la industria petroquímica básica así como su almacenamiento, distribución y comercialización.

2) Comisión Federal de Electricidad (CFE):

Su objeto es organizar y dirigir el sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basando su operación en principios técnicos y económicos sin propósito de lucro.

3) Luz y Fuerza del Centro (LFC):

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Su objeto es la prestación del servicio público de energía eléctrica, principalmente en materia de distribución en la región central del país, que abarca el Distrito Federal y parte de los estados de México, Morelos, Puebla e Hidalgo. Es principalmente una empresa distribuidora de energía.

C) Papel del sector privado

1) Transporte, almacenamiento y distribución del gas natural:

El artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo, abrió la posibilidad de que el sector privado construyera, operara y tuviera en propiedad sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural así mismo permite que el sector privado realice actividades de importación, exportación y comercialización del combustible.

2) PIE's, cogeneración, autoabastecimiento, pequeña producción, importación y exportación:

La reforma a la ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) de 1992, permite la participación del sector privado en la generación de electricidad en las siguientes modalidades, mismas que no constituyen un servicio público:

➤ Producción Independiente de Energía Eléctrica (PIE). Producción de energía eléctrica destinada a la venta de CFE, quedando ésta obligada a adquirirla en los términos y condiciones que se convengan. A partir de 1998 toda nueva central de generación se ha construido bajo éste esquema.

➤ Cogeneración. Generación de energía eléctrica producida simultáneamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, para ser usada en un proceso industrial, o bien generación de energía eléctrica a partir de calor residual de los procesos industriales;

➤ Autoabastecimiento. Producción de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de las personas físicas o morales que la producen;

➤ Pequeña producción. Generación de una capacidad menor a 30 MW destinada en su totalidad a la venta a CFE.

➤ Importación de energía eléctrica. Destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios; y

➤ Exportación de energía eléctrica. Derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción. Tanto la importación, como la exportación de energía eléctrica son actividades que también puede llevar a cabo CFE.

3) Petroquímica no básica:

La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, define claramente cuales son los petroquímicos básicos y los no básicos, esta reforma permitió al sector privado invertir hasta en un 100% en nuevas plantas productoras de petroquímicos no básicos.

4) Gas L. P. : La industria desde 1950, tiene un marco regulatorio que permite la participación privada en las tareas de distribución, a lo largo de 1999 se llevaron a cabo acciones legislativas a fin de establecer una nueva organización en ésta industria.

POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL

Se deben fomentar la expansión de fuentes de energía renovables, que contribuyan a un desarrollo más sustentable y racionalizar el uso de la energía que se genera actualmente. México, por convicción propia y como parte de la concertación internacional sobre el tema ambiental, ha tomado una serie de medidas que conducirán a mediano plazo, a la operación de un sistema energético moderno y eficaz, entre las que destacan:

➤ Programa de mejoramiento de la calidad de los combustibles fósiles, mediante la reconfiguración y modernización del sistema nacional de refinerías.

➤ Ampliación del espectro de oferta de combustibles automotrices, para incluir productos como el gas natural comprimido, cuyo impacto ambiental es menor al de las gasolinas. En el caso del gas L. P., existe evidencia de que los motores de vehículos adaptados de fábrica a la carburación con éste combustible, tienen emisiones comparables a las de motores a gasolina.

➤ Programa de ampliación y modernización del sector eléctrico, basado principalmente en la utilización de gas natural para la generación eléctrica.

➤ Fomento al uso doméstico e industrial del gas natural, mediante la ampliación concesionada de las redes de distribución, en los principales centros de consumo.

➤ Establecimiento de normas ambientales obligatorias, que limitan la emisión de contaminantes a la atmósfera y las especificaciones mínimas de combustibles fósiles líquidos y gaseosos.

➤ Fijación de normas específicas, para incrementar la eficiencia de motores industriales y aparatos electrodomésticos.

➤ Establecimiento de políticas de ahorro, uso eficiente de energía y apoyo para la CONAE, cabe destacar la importancia en este rubro de la instrumentación del horario de verano.

➤ Desarrollo de instrumentos, para la optimización integral de las políticas de energía, economía, medio ambiente y la cuantificación del impacto de las políticas energéticas en la actividad económica así como en el nivel de emisión de gases efecto invernadero.

➤ Fomento a la utilización de sistemas de energía renovable, en generación de electricidad y en comunidades aisladas.

➤ Promoción del uso de sistemas de cogeneración, para incrementar la eficiencia de utilización de combustibles en la industria.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO FEDERAL

Principales disposiciones de la ley:

1. Todo generador de residuos sólidos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos.
2. Es responsabilidad de toda persona, física o moral, generadora de residuos sólidos en el D. F., separar, reducir y evitar la generación de los residuos sólidos y entregarlos al servicio de limpia. La Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones instrumentarán los sistemas de depósito y recolección separada de los residuos sólidos.
3. El servicio de recolección domiciliaria se realizará de manera gratuita.
4. Las delegaciones deberán:

Formular, ejecutar, vigilar y evaluar el programa delegacional de prestación del servicio de limpia, erradicar la existencia de tiraderos clandestinos, establecer rutas, horario y frecuencias del servicio de recolección selectiva, orientar a la población sobre las prácticas de separación y promover programas de capacitación y aprovechar los residuos orgánicos.

En general los residuos sólidos se clasifican en residuos urbanos y de manejo especial.

Los residuos urbanos son:

Los generados en casas habitación, así como los residuos provenientes de las actividades de limpieza y cuidado de áreas verdes.

Los residuos de manejo especial son:

Los provenientes de servicios de salud, los alimentos no aptos para el consumo generados por establecimientos comerciales, de servicios o industriales, los generados por las actividades agrícolas, forestales y pecuarias, los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción, los neumáticos usados, muebles, enseres domésticos usados en gran volumen y los de laboratorios industriales o de investigación.

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN MÉXICO

La gestión de los R. S. M. entendida como recolección, el procesamiento y la disposición final de los desechos, tiene hoy en día el objetivo de preservar la salud pública.

El actual nivel de concientización que la sociedad tiene sobre la ecología, exige que la gestión de los residuos también proteja el medio ambiente conservando y restaurando el equilibrio ecológico; dado que el público demanda cada vez mayores y mejores controles así como reglamentaciones, un objetivo adicional de gran importancia es que la gestión de los residuos, contribuya a reducir el uso de materias primas y a ahorrar energía.

Puntos principales de la gestión de los R. S. M.:

- Recolección.
- Transferencia.
- Procesamiento.
- Disposición final.

Una primera realidad sobre los R. S. M., es que básicamente, sólo hay cuatro métodos para manejarlos, éstos métodos son: tirarlos, quemarlos (y luego tirar las cenizas); convertirlos en algo que pueda ser usado de nuevo (es decir reciclarlos) y minimizar desde el principio la cantidad de bienes materiales y de residuos producidos (o sea disminuir la cantidad de basura futura), a esto último se le llama ahora "reducción de origen o en la fuente".

Métodos de manejo de los R. S. M.:

- Tirarlos.
- Quemarlos.
- Aprovecharlos.
- Minimizarlos.

El papel y el cartón usados para envases y embalajes representan sólo una pequeña parte del total de este tipo de residuos, mientras gran parte de ellos se recupera y se recicla, el papel y el cartón tiene características que los han protegido de peticiones de control y/o prohibición: son fácilmente reciclables (los mecanismos de acopio, selección, venta y reaprovechamiento funcionan desde hace muchos años); son biodegradables (excepto en determinadas condiciones extremas) y provienen de un recurso renovable. Desafortunadamente, las tecnologías usadas en la producción de celulosa y de papel están entre los procesos industriales que más contaminan.

Los expertos señalan que una fábrica de papel consume más agua que seis millones de mexicanos; que por cada tonelada de papel y cartón que se recicla, se dejan de cortar entre 15 y 17 árboles medianos, y que en este proceso se ahorra 60% de agua y el 20% de energía, además que se reduce la contaminación que produce esa industria en 50 por ciento. Este es un claro ejemplo de un subsector industrial que necesita modernizarse urgentemente y requiere invertir en tecnologías limpias y más eficientes, desde el punto de vista del consumo de energía.

Los propósitos de la gestión de los R. S. M. son:

- Proteger la salud de la población.
- Proteger el medio ambiente.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Reducción de residuos

Las únicas soluciones viables que existen, son reducir las cantidades de residuos que se generan, reciclar lo más que se pueda de dichos residuos y administrar eficientemente los desechos finales que generó la sociedad en su diario devenir.

Los participantes adecuados en la reducción de residuos deben ser:

- Niños.
- Adultos.
- Empresas industriales.
- Empresas comerciales.
- Organizaciones no gubernamentales.
- Autoridades municipales.
- Autoridades estatales y federales.

Disposición de residuos

La gestión de los R. S. M., señala que deberá utilizarse lo más posible los rellenos sanitarios diseñados y ubicados de acuerdo con las más recientes normas internacionales de seguridad y operación; también como segunda opción a futuro señala que deberá usarse incineradores del tipo que transforman los desechos en energía, pero en esos incineradores es materialmente imposible evitar que pequeñas cantidades de ciertos metales, de gases ácidos, de dioxinas y de furanos lleguen al medio ambiente, con los consecuentes efectos contaminantes que producen.

Prioridades en la gestión de R. S. M.

Debe recordarse que entre sus objetivos específicos, el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente establece:

- Prevenir y controlar la contaminación del suelo, mediante el tratamiento adecuado de los desechos sólidos municipales e industriales y el manejo correcto de las sustancias peligrosas.
- Asegurar la recuperación, protección y conservación de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.
- Contribuir a que la educación constituya un medio para elevar la conciencia ecológica de la población, consolidando esquemas de comunicación que promuevan la iniciativa comunitaria.

En este ordenamiento se incluye también el ahorro de energía, como factor esencial para reducir la emisión de contaminantes.

El planteamiento anterior, representa sólo un marco de referencia general, ya que son los municipios, de acuerdo con sus condiciones particulares, quienes deben precisar los métodos de gestión de los residuos y la jerarquía de los mismos; para ello deberán considerar factores como la salud humana, los riesgos ambientales, los costos relativos de cada método, la disponibilidad de tecnologías, las condiciones locales del mercado de los materiales secundarios y la aceptación del público respecto de los diversos métodos.

Otro factor importante para la implantación de mecanismo de gestión de los materiales a nivel local, es considerar a los R. S. M. en términos de sus componentes y no como una mezcla inseparable.

Adicionalmente, la separación de origen de los materiales reciclables produce residuos más limpios y uniformes, además de favorecer su venta en el mercado de materiales secundarios, así mismo además de los materiales que se venden para el reciclaje, se puede empezar a considerar la creación de centros de acopio para los demás desechos orgánicos y así promover la generación de bioenergéticos alternativos a partir de los R. S. M.

El Gobierno federal mexicano, respetuoso de la primacía constitucional que sobre los R. S. M. tienen los gobiernos municipales, ha asumido un rol pasivo en la relación con la gestión integral de los desechos sólidos y dadas las condiciones actuales en las que cada día hay una mayor concientización ecológica en la población, es conveniente que el INE/Sedesol se acerque a los municipios y les ofrezcan orientación y asistencia en el establecimiento de políticas, estrategias y programas locales para la gestión de los residuos.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 3

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

(Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988)¹

(CONTIENE REFORMAS HASTA DEL 13 DE JUNIO DE 2003, REMARCADAS ENTRE PARÉNTESIS)

TÍTULO PRIMERO Disposiciones Generales CAPÍTULO I Normas Preliminares

ARTICULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

¹ Se incorporaron modificaciones publicadas en el D. O. F. de fecha 25 de febrero de 2003.

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

ARTICULO 2o.- Se consideran de utilidad pública:

I.- El ordenamiento ecológico del territorio nacional en los casos previstos por ésta y las demás leyes aplicables;

II.- El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;

III.- La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético; y

IV.- El establecimiento de zonas intermedias de salvaguardia, con motivo de la presencia de actividades consideradas como riesgosas.

ARTICULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

I.- Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;

III.- Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;

IV.- Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- V.- Biotecnología:** Toda aplicación tecnológica que utilice recursos biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos;
- VI.- Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico;
- VII.- Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;
- VIII.- Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas;
- IX.- Control:** Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento;
- X.- Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;
- XI.- Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;
- XII.- Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XIII.- Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;
- XIV.- Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XV.- Elemento natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre;
- XVI.- Emergencia ecológica:** Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas;
- XVII.- Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
- XVIII.- Flora silvestre:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre;
- XIX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;
- XX.- Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;
- XXI.- Material genético:** Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia;
- XXII.- Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas;
- XXIII.- Ordenamiento ecológico:** El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;
- XXIV.- Preservación:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales;
- XXV.- Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;
- XXVI.- Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro;
- XXVII.- Recursos biológicos:** Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano;
- XXVIII.- Recursos genéticos:** El material genético de valor real o potencial;
- XXIX.- Recurso natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre;
- XXX.- Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes;
- XXXI.- Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

XXXII.- Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

XXXIII.- Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

XXXIV.- Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca,

XXXV.- Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos, y

XXXVI. Educación Ambiental: Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
somete a consulta del público en general el
**PROYECTO DE REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA
PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**
reglamento.residuos@semarnat.gob.mx

VICENTE FOX QUESADA, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 7, fracciones II y III y 8 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, he tenido a bien expedir el siguiente:

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO ÚNICO

OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1º.- El presente ordenamiento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las Entidades Federativas y los Municipios aplicarán el presente Reglamento dentro del ámbito de sus respectivas competencias, en lo que corresponda a las materias de competencia federal que cuyo control asuman conforme a lo previsto en la Ley.

Artículo 2.- Para el cumplimiento de principio previsto en la fracción II del artículo 2 de la ley, se consideran de interés público:

I. La ejecución de programas destinados a la promoción de actividades de reciclaje y reutilización de materiales con el fin de prevenir la generación de residuos;

II. La ejecución de programas destinados al otorgamiento de incentivos para la aplicación de tecnologías ambientales con el fin de prevenir la generación de residuos;

III. La gestión integral de los residuos peligrosos, o

IV. La elaboración de planes y programas que contengan políticas de gestión integral de los residuos en las entidades federativas con sujeción a los criterios establecidos en la Ley.

Artículo 3.- Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:

I. **Almacenamiento de residuos peligrosos:** Acción de retener por un periodo no mayor a seis meses los residuos peligrosos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone de ellos;

II. **Biodisponibilidad:** Característica de las sustancias tóxicas se incorporan a los seres vivos mediante procesos de ingesta o inhalación de alimentos, agua y aire contaminado o mecanismos de absorción;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- III. **Bioacumulación:** Referente al fenómeno de enriquecer la concentración de contaminantes orgánicos e/o inorgánicos en los tejidos de organismos vivos, ecosistema o en el medio ambiente, debido a la persistencia de los mismos, la baja o nula afectación del metabolismo del organismo y/o diversas características fisicoquímicas, entre otros;
- IV. **Cadena de custodia:** Registro que acompaña a las muestras desde su obtención hasta su entrega al laboratorio de pruebas, y en caso de esta norma debe incluirse en el informe de resultados;
- V. **Centro de Acopio:** Instalación en donde se reciben, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para posteriormente ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, coprocesamiento y/o disposición final;
- VI. **Confinamiento:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos, previamente tratados, que garantice su aislamiento definitivo;
- VII. **Confinamiento en formaciones geológicamente estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo;
- VIII. **Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos;
- IX. **Desempeño ambiental:** Resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relacionados con el control de los aspectos ambientales de cualquier proceso productivo en particular, basados en su política, objetivos y tareas ambientales. Para un proceso productivo en particular sin sistema de gestión ambiental formal, el desempeño ambiental es el resultado de una gestión organizacional de sus aspectos ambientales;
- X. **Diagnóstico Básico:** El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos; que es el estudio que considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente, el cual es previo a la formulación de los programas para la gestión integral de residuos y de los planes de manejo, ya que identifica la situación basal de la generación y manejo de los residuos;
- XI. **Estudios de caracterización de orientación:** Son los que tienen como fin establecer: la descripción de las causas de la contaminación y la delimitación del área y volumen de suelos contaminado;
- XII. **Estudios detallados de caracterización:** estudios detallados de caracterización tienen como fin el establecer: la distribución y comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y en caso dado en los mantos acuíferos; la descripción de las condiciones y características geo-hidrologicas y climáticas del sitio y de la localidad donde el sitio se encuentra que influyen en el comportamiento de los contaminantes;
- XIII. **Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales;
- XIV. **Ley:** La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- XV. **Liberación:** Acción de descargar, inyectar, inocular, depositar, derramar, emitir, vaciar, arrojar, colocar, rociar, pulverizar, abandonar, escurrir, gotear, escapar, enterrar, o verter materiales o residuos peligrosos en los elementos naturales;
- XVI. **Manifiesto:** Documentos oficiales mediante los cuales se reportan a la Secretaría las acciones de manejo de residuos peligrosos y que deben obtener y conservar los generadores y los prestadores de servicio;
- XVII. **Norma:** Norma Oficial Mexicana;
- XVIII. **Pasivo Ambiental:** Suelo y subsuelo que fueron contaminados por residuos peligrosos mediante un proceso prolongado, cuya restauración no se ha efectuado debido las dimensiones del área afectada, las características específicas de los materiales o residuos involucradas o la complejidad de la remediación, pero que implican una obligación de corrección que permita restablecer sus condiciones naturales con el fin de reintegrarlo a usos productivos;
- XIX. **Presas de Jales:** Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales;
- XX. **Procuraduría:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente;
- XXI. **Recolección:** Acción de trasladar residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones en las que se realizará su acopio ó almacenamiento;
- XXII. **Reglamento:** El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;
- XXIII. **Suelo:** Material natural no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad;
- XXIV. **Suelo contaminado:** Material original o sustituto en el que se encuentran presentes uno o más materiales o residuos peligrosos y que puede constituir un riesgo para el ambiente y la salud;
- XXV. **Sujeto obligado:** Los sujetos que conforme a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 28 de la Ley deben formular y ejecutar Planes de Manejo;
- XXVI. **Secretaría:** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- XXVII. **Transferencia de suelos contaminados:** La que se verifica cuando un suelo contaminado con materiales y/o residuos peligrosos es excavado de su lugar original y trasladado, con cualquier medio, a una instalación de tratamiento *on site* y *ex situ* sin importar la distancia del traslado;
- XXVIII. **Tratamiento *ex-situ* de suelos contaminados:** Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados previa remoción de éstos se realiza fuera del sitio contaminado en instalaciones fijas autorizadas;
- XXIX. **Tratamiento *in-situ* de suelos contaminados:** Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados se realiza en el predio que los contiene sin ser removidos;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

XXX. Tratamiento *on-site* de suelos contaminados: Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados previa remoción de éstos se realiza sobre un área adyacente al sitio contaminado o sobre un área dentro del sitio contaminado.

Artículo 4.- Para la aplicación de las medidas, ejecución de las obras o realización de las acciones a que se refieren las fracciones I a IV del Artículo 3 de la Ley, el Titular del Ejecutivo Federal podrá

I.- Decretar la expropiación de bienes;

II.- Declarar la ocupación temporal, total o parcial de inmuebles, o

III.- Limitar los derechos de dominio

Artículo 5.- Los decretos de expropiación o las declaratorias de ocupación temporal o de limitación de dominio para la aplicación de medidas, ejecución de obras o realización de acciones señaladas en el artículo 3 de la Ley serán expedidos por el Titular del Ejecutivo Federal conforme a los procedimientos establecidos en la Ley Federal de Expropiación o en la Ley Agraria cuando se trate de bienes ejidales o comunales:

Artículo 6.- Correlativamente a lo dispuesto en las fracciones I, II, III y IV del artículo 3 de la Ley, las medidas, obras y acciones que se decreten o declaren tendrán como finalidad:

I. Evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;

II. La prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados cuando la ejecución de obras sea imprescindible para reducir riesgos a la salud;

III. La atención de emergencias por caso fortuito o fuerza mayor tratándose de contaminación por residuos peligrosos, y

IV. La atención de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos.

Lo anterior, sin perjuicio de las causas de utilidad pública previstas en otros ordenamientos legales.

Artículo 7.- Para los efectos de la fracción II del artículo 3 de la Ley se considerarán obras destinadas a la remediación de sitios contaminados todas las medidas que para tal fin lleven a cabo la Secretaría o las autoridades estatales o municipales en las materias de su competencia.

Artículo 8.- La indemnización se cubrirá en el término de un año, contado a partir de la publicación del decreto o declaratoria respectivos, salvo cuando el decreto o declaratoria se publique por segunda vez, caso en el cual el término para el pago se computará a partir del día siguiente a aquel en que se lleve a cabo la segunda publicación.

En el momento del pago de la indemnización la Secretaría, conforme a los principios de responsabilidad compartida previstos en el artículo 2 de la Ley, cuantificará el costo de las medidas, obras o acciones decretadas o declaradas disminuyéndolo del monto determinado por concepto de indemnización.

Artículo 9.- La interpretación para efectos administrativos del presente Reglamento corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría.

RESIDUOS GENERADOS Y SU VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN

En el año 2000 se recolectó el 83% total de residuos generados (69,886 Ton.) y quedaron dispersas diariamente 14,314 Ton. Del total generado, poco más del 49% terminaron en sitios controlados (41,258 Ton. por día), lo que indica que 42,942 Ton. se disponían diariamente a cielo abierto en tiraderos no controlados, clandestinos o en la calle.

La descomposición aeróbica genera menos gas metano, el cual es el mayor contribuyente para el calentamiento global y en concentraciones de entre 5 y 10 % en el aire lo hacen un gas explosivo.

La NOM-083-ECOL-1996 es la que dispone los requerimientos para disposición final de residuos sólidos.

La LGEEPA en dic de 1996 concede al Gobierno a través de SEMARNAT la facultad para expedir las normas.

TIPO DE RESIDUOS Y SU VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN

TIPO DE RESIDUOS	VEL. RÁPIDA(1)	VEL. LENTA(2)
Residuos de comida	X	
Periódicos	X	
Papel de oficina	X	
Cartón	X	
Residuos de jardín	Hojas	Leños
Textiles		X
Goma		X
Cuero		X
Madera		X
Plásticos		Se consideran no biodegradables

La degradación rápida(1) se considera de 3 meses a 5 años.

La degradación lenta(2) se considera de 50 años en adelante.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 4

NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA VIGENTES

NOM-001-ENER-2000

Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

NOM-003-ENER-2000

Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-004-ENER-1995

Eficiencia energética de bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 Kw a 0,746 Kw.- Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-005-ENER-2000

Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticos. Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-006-ENER-1995

Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.

NOM-007-ENER-1995

Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

NOM-008-ENER-2001

Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

NOM-009-ENER-1995

Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.

NOM-010-ENER-1996

Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba.

NOM-011-ENER-2002

Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NOM-013-ENER-1996

Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.

NOM-014-ENER-1997

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,180 a 1,500 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

NOM-015-ENER-2002

Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NOM-016-ENER-2002

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

NOM-017-ENER-1997

Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas. Límites y métodos de prueba.

NOM-018-ENER-1997

Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000

Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000

Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial auto contenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA ALCOHOL ETILICO

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-076-SSA1-1993</u>	25/04/1996	Que establece los requisitos sanitarios del proceso y uso del etanol (alcohol etílico).
<u>NOM-138-SSA1-1995</u>	10/01/1997	Que establece las especificaciones sanitarias del alcohol desnaturalizado, antiséptico y germicida (utilizado como material de curación), así como para el alcohol etílico de 96°G.L., sin desnaturalizar y las especificaciones de los laboratorios o plantas envasadoras de alcohol.
<u>NOM-076-SSA1-2002</u>	09/02/2004	MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-076-SSA1-1993, Salud ambiental-Que establece los requisitos sanitarios del proceso del etanol (alcohol etílico) para quedar como NOM-076-SSA1-2002, Salud ambiental.- Que establece los requisitos sanitarios del proceso del etanol (alcohol etílico).
<u>NOM-006-SCFI-1994</u>	03/09/1997	Bebidas alcohólicas - Tequila - Especificaciones. (contiene dos modificaciones)
<u>NOM-051-SCFI-1994</u>	24/01/1996	Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
<u>NOM-070-SCFI-1994</u>	12/06/1997	Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.
<u>NOM-086-SSA1-1994</u>	26/06/1996	Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
<u>NOM-120-SSA1-1994</u>	28/08/1995	Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
<u>NOM-142-SSA1-1995</u>	09/07/1997	Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. etiquetado sanitario y comercial.
<u>NOM-144-SCFI-2000</u>	14/02/2001	Bebidas alcohólicas-Charanda-Especificaciones.
<u>NOM-159-SCFI-2004</u>	16/06/2004	Bebidas alcohólicas-Sotol-Especificaciones y métodos de prueba.
<u>PROY-NOM-218-SSA1/SCFI-2002</u>	22/08/2003	Productos y servicios. Bebidas no alcohólicas, sus congelados y productos concentrados para prepararlas. Especificaciones sanitarias Información comercial.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA DIESEL Y GAS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-027- SEDG-1996</u>	16/07/1997	Controles primarios y controles programadores de seguridad contra falla de flama para quemadores de gas natural, gas L. P., diesel o combustóleo, con detección de flama por medios electrónicos (fotoceldas, fototubos o por detección de la ionización de la flama).
<u>NOM-042- ECOL-1999</u>	06/09/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
<u>NOM-044- ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
<u>NOM-045- ECOL-1996</u>	22/04/1997	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel ó mezclas que incluyan diesel como combustible.
<u>NOM-064- SCT2-2001</u>	21/01/2002	Reglas de seguridad e inspecciones periódicas a los diversos sistemas que constituyen el equipo tractivo ferroviario diesel-eléctrico.
<u>NOM-077- ECOL-1995</u>	13/11/1995	Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
<u>NOM-116- SCFI-1997</u>	04/05/1998	Industria automotriz - Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diesel - Información comercial.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA GASOLINA Y OTROS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-005-SCFI-1994</u>	30/03/1998	Instrumentos de medición-Sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos.
<u>NOM-041-ECOL-1999</u>	06/08/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
<u>NOM-042-ECOL-1999</u>	06/09/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
<u>NOM-047-ECOL-1999</u>	10/05/2000	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos
<u>NOM-048-ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
<u>NOM-049-ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
<u>NOM-076-ECOL-1995</u>	26/12/1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
<u>NOM-092-ECOL-1995</u>	06/09/1995	Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
<u>NOM-093-ECOL-1995</u>	06/09/1995	Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
<u>NOM-116-SCFI-1997</u>	04/05/1998	Industria automotriz - Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diesel - Información comercial.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN “SALUD AMBIENTAL Y ECOLOGÍA”

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE CON RESPECTO AL MONOXIDO DE CARBONO (CO). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El monóxido de carbono (CO), es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o su emisión de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos. Mención especial debe hacerse de la acumulación intramuros por procesos domésticos y el hábito de fumar.

El efecto dañino potencial principal de este contaminante lo constituye su afinidad para combinarse con la hemoglobina dando lugar a una elevada formación de carboxihemoglobina y como consecuencia, disminuye la cantidad de oxihemoglobina y por ende la entrega de oxígeno a los tejidos.

El riesgo de la exposición al CO varía desde el efecto de pequeñas cantidades atmosféricas en individuos que padecen deficiencias circulatorias (siendo particularmente susceptibles los enfermos con angina de pecho, así como aquellos con arteriosclerosis), hasta una intoxicación aguda por inhalación de grandes cantidades del contaminante en espacios cerrados y/o en un lapso de tiempo corto.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por monóxido de carbono.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-CCAM-001-ECOL /1993 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1ppm = 1145^oug/m³)

3.3 µg/m³

microgramo por metro cúbico.

4. Especificaciones

La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11.00 ppm o lo que es equivalente a 12,595 µg/m³ en promedio móvil de ocho horas una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-PA-CCAM-001/93 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Carbon Monoxide. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 210-220, 1987.

Fernández - Bremauntz, Adrian A. Commuters' exposure to carbon monoxide in the metropolitan area of Mexico City. 1993 (Tesis).

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL PLOMO (Pb). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE PLOMO (Pb) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El plomo es uno de los metales pesados más difusamente distribuidos en toda la superficie de la Tierra y consecuentemente el riesgo de exposición de la población en general es muy variado.

Una de las maneras como se ha utilizado de forma particularmente frecuente es como tetraetilo de plomo (antidetonante de las gasolinas) y de ahí su vertimiento a la atmósfera.

El plomo puede ingresar al organismo por vía digestiva, riesgo más frecuente por la ubicuidad de sus aplicaciones o bien, por vía respiratoria, riesgo menos frecuente pero más directo; de la primera vía se absorbe el 10%, de la respiratoria se puede absorber hasta el 40%.

El plomo es capaz de dar lugar a intoxicación aguda o bien acumularse de manera crónica en dientes, huesos y sistema hematopoyético. Se le asocia a alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central así como a interferencia con los mecanismos de defensa del organismo donde participe el sistema retículo endotelial.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de plomo en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de la población.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por plomo.

2. Referencias

Las que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de plomo en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de plomo, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de tres meses promedio aritmético, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

Los que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de plomo en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana concuerda con las siguientes normas internacionales:

WHO. Lead Standard

40 CFR PART 50-National Primary And Secondary Ambient Air Quality Standards. 50.12 National primary and secondary ambient air quality standards for lead.

7. Bibliografía

Lead. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 243-261, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-83-028 aF.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-83-028 bF.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-83-028 cF.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume IV report No. EPA 600/8-83-028 dF.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

Schwartz-BS; Bolla-KI; Stewart-W; Ford-DP; Agnew-J; Frumkin-H Decrements in neurobehavioral performance associated with mixed exposure to organic and inorganic lead. Am-J-Epidemiol. 1993 May 1; 137 (9): 1006-21

Dietrich-KN; Berger-OG; Succop-PA Lead exposure and the motor developmental status of urban six-year-old children in the Cincinnati Prospective Study (see comments). Pediatrics. 1993 Feb; 91 (2): 301-7

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación .Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL BIOXIDO DE AZUFRE (SO₂). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE BIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de protección al ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El bióxido de azufre se genera tanto de fuentes naturales, como de la combustión de compuestos ricos en azufre. Es hidrosoluble y al hidrolizarse da lugar a ácidos lo que le confiere sus características potencialmente agresoras.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Se asocia con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria; constituye un riesgo en la producción de irritación e inflamación aguda o crónica; suele asociarse también con las partículas suspendidas (PST) y dar lugar a un riesgo superior, puesto que su acción es sinérgica.

Esta combinación, bióxido de azufre/partículas suspendidas totales (SO₂/PST), en condiciones favorables para su acumulación y permanencia en la atmósfera, ha sido la responsable de episodios poblacionales, así como del incremento de la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias.

Los valores criterio de la calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de azufre.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las normas oficiales mexicanas:

NOM-CCAM-005-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1 ppm = 2620 µg/m³)

3.3 µg/m³

microgramo por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de bióxido de azufre como contaminante atmosférico no debe rebasar el límite máximo normado de 0.13 ppm o lo que es equivalente a 341 µg/m³, en 24 horas una vez al año y 0.03 ppm (79 µg/m³) en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-005-ECOL /1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series ; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D. O. F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

Waller-RE; Commins-BT; Lawther-PJ. Air pollution in a city street. 1965 (classical article). Br-J-Ind-Med. 1993 Aug; 50(8):128-38.

Mackenbach-JP; Looman-CW; Kunst-AE Air pollution, lagged effects of temperature, and mortality: The Netherlands 1979-87. J-Epidemiol-Community-Health. 1993 Apr; 47 (2): 121-6

Spix C; Heinrich J; Dockery D; Schwartz J; Volksch G; Schwinkowski K; Cöllen CH ; Wichmann. Air Pollution and Daily Mortality in Erfurt, East Germany, 1980-1989. Environ-Health Perspect. 1993 101 (6): 518-526.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trienal.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación .

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL BIOXIDO DE NITROGENO (NO₂). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE BIOXIDO DE NITROGENO (NO₂) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El bióxido de nitrógeno (NO₂) se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

Es un contaminante primario y juega un doble papel en materia medio ambiental ya que se le reconoce efecto potencialmente dañino de manera directa, pero también es uno de los precursores del ozono.

La acumulación de bióxido de nitrógeno (NO₂), en el cuerpo humano, constituye un riesgo para las vías respiratorias ya que se ha comprobado que: inicia, reactiva y puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio, como sucede con las células polimorfonucleares, macrófagos alveolares y los linfocitos, siendo más frecuente en casos de bronquitis crónica.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de nitrógeno.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las normas oficiales mexicanas:

NOM-CCAM-004-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1 ppm = 1880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramo por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-004-ECOL/1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Nitrogen Dioxide. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series ; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 297-314, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Ozone and Other Photochemical Oxidants. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-84-020 aF.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Review of the National Ambient Air Quality Standards for Nitrogen Oxides: Assessment of Scientific and Technical Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Air Quality; EPA report No. EPA 450/5-82-002.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población. Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A LAS PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM10). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM10) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de Efectos del Ambiente en la Salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

Las partículas suspendidas son producto de una gran cantidad de procesos naturales o antropogénicos y consecuentemente el riesgo que constituyen, depende de algunas de sus múltiples características.

Se les considera capaces de bloquear los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, a nivel de vías aéreas superiores y alvéolos.

Por su contenido de metales pesados, si es el caso, dan lugar a los cuadros específicos correspondientes.

Se asocian con mucha frecuencia con elementos ácidos con los que se sinergiza su efecto dañino potencial y finalmente pueden acarrear elementos biológicos que van desde pólenes hasta bacterias, hongos y virus.

El riesgo sanitario lo constituyen aparte de su concentración, tiempo de exposición y sus características físicas; los individuos susceptibles por excelencia son aquellos que son portadores de una enfermedad respiratoria crónica que haya dado lugar principalmente a daños del sistema mucociliar.

Las fuentes emisoras de partículas son tanto naturales, como antropogénicas, por la quema de combustibles fósiles en vehículos y procesos industriales; además, las partículas también se pueden formar a partir de gases.

Los vapores de los metales pesados tienden a condensarse sobre la superficie de las partículas. Por otro lado, pueden servir como núcleos de condensación del agua y de otros vapores con lo cual se producen microgotas, en las que pueden ser transportados gases higroscópicos, aumentando el efecto agresor de las partículas.

Su tamaño es la característica física más importante para determinar su toxicidad. Las partículas que miden más de 10 micrómetros se retienen básicamente en las vías respiratorias superiores. Las que miden menos de 10 micrómetros predominan en la fracción respirable y penetran hasta el espacio alveolar del pulmón.

Las partículas menores de 10 micrómetros tienen un efecto indirecto sobre el aparato respiratorio, pues adsorben agentes microbiológicos (virus, bacterias, hongos, pólenes, etc.) en su superficie y los transportan al pulmón.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1 Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por partículas menores de 10 micras.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de partículas menores de 10 micras, como contaminantes atmosféricos, no deben rebasar el límite permisible de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba Los que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

40 CFR PART 50-National Primary And Secondary Ambient Air Quality Standards. 50.6 National primary and secondary ambient air quality standards for particulate matter.

6. Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989, 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

C. Arden PC; Schwartz J; Ransom RM. Daily Mortality and PM10 Pollution in Utah Valley. Arch-Environ-Health. 1992 May/June 47(3): 211-217

Dockery WD; Schwartz J; Spengler D. Air Pollution and Dially Mortality: Associations with Particulates and Acid Aerosols. Environ-Res. 1992 59 : 362-373.

Fairley D. The Relationship of Daily Mortality to Suspended Particulates in Santa Clara Country, 1980-1986. Environ-Health-Perspect. 1990 89:159-168.

7. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trienal.

10. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A LAS PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

Como partículas suspendidas totales se considera a la contaminación del aire provocada por material sólido o líquido finamente particulado.

Son producto de una gran cantidad de procesos naturales o antropogénicos y consecuentemente el riesgo que constituyen depende de algunas de sus múltiples características por un lado y por otro su constitución específica, pero más en la capacidad de absorber elementos adicionales y aun la posibilidad de absorción de elementos xenobióticos.

Se les considera capaces de bloquear los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, tanto a nivel de vías aéreas superiores como en bronquios y en alvéolos.

Por su contenido de metales pesados, si es el caso, dan lugar a los cuadros específicos correspondientes (plomo, cadmio.)

Se asocian con mucha frecuencia con elementos ácidos con los que se sinergiza su efecto dañino potencial y finalmente pueden acarrear elementos biológicos que van desde pólenes hasta bacterias, hongos y virus.

El riesgo sanitario lo constituyen aparte de su concentración y tiempo de exposición, las características propias descritas y los individuos susceptibles por excelencia son aquellos que son portadores de una enfermedad respiratoria crónica que haya dado lugar principalmente a daños del sistema mucociliar.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por partículas suspendidas totales.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-CCAM-002-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de partículas suspendidas totales como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo permisible de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas, en un período de un año y $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-002-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7 Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989, 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-047-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES, PROVENIENTES DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

CIRCULACION CON GASOLINA, GAS LICUADO DE PETROLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.¹

(Publicada en el D.O.F. de fecha 22 de octubre de 1993)

P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL
 - . Instituto Nacional de Ecología
 - . Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL
 - . Subsecretaría de Energía
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 - SECRETARIA DE SALUD
 - . Dirección General de Salud Ambiental
- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
 - GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
 - . Secretaría de Ecología
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA
 - DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
 - . Dirección General de Proyectos Ambientales
 - INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
 - PETROLEOS MEXICANOS
 - . Auditoría de Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Ahorro de Energía
 - . Gerencia de Protección Ambiental y Ahorro de Energía
 - . Pemex-Gas y Petroquímica Básica
 - . Gerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AGUAS ENVASADAS, S.A. DE C.V.
 - ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A. C.
 - KENWORTH DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 - MERCEDES BENZ DE MEXICO

1. OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, cuyos límites máximos permisibles están determinados por la norma oficial mexicana correspondiente.

2. CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el establecimiento y la operación de centros de verificación vehicular.

3. REFERENCIAS

NMX-AA-23 Terminología.

4. DEFINICIONES

4.1 Automóvil

El vehículo automotor para el transporte hasta de 10 personas.

4.2 Camión ligero

El vehículo automotor con o sin chasis, para el transporte de efectos o de más de 10 personas, con peso bruto vehicular entre 2,727 y 7,272 kilogramos.

4.3 Centro de verificación

Las instalaciones o local establecido por las autoridades competentes o autorizado por éstas, en el que se lleve a cabo la medición de las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación.

4.4 Gas patrón

El gas o mezcla de gases de concentración conocida y certificada por el fabricante de los mismos, que se emplea para la calibración de equipos de medición de concentración de contaminantes atmosféricos y para la certificación de la calibración.

4.5 Marcha cruceo

¹ La nomenclatura de esta norma oficial mexicana está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de noviembre de 1994.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Las condiciones de operación de un vehículo con la transmisión en neutral y con el motor encendido con aceleración y sin la aplicación externa de carga.

4.6 Marcha lenta en vacío

Las condiciones de operación de un vehículo con el motor encendido sin aceleración y dentro del rango de revoluciones especificado por el fabricante.

4.7 Motor de ciclo Otto

Un conjunto de componentes mecánicos que transforman energía calorífica en energía cinética vía la combustión discontinua de una mezcla combustible-aire en una o más cámaras cuyos volúmenes son modificados por el movimiento de pistones o rotores. El proceso de combustión es iniciado por una fuente externa de ignición.

4.8 Peso bruto vehicular

El peso real del vehículo automotor expresado en kilogramos, sumado al de su máxima capacidad de carga conforme a las especificaciones del fabricante y al de su tanque de combustible lleno.

4.9 Prueba estática

Las condiciones de prueba de un vehículo, consistente en marcha lenta en vacío y marcha crucero como se especifica en esta norma.

4.10 Prueba dinámica

Las condiciones de prueba de un vehículo, consistente en marcha lenta en vacío y marcha con carga como se especifica en esta norma.

4.11 Temperatura normal de operación

La alcanzada en el motor y en el tren de fuerza del vehículo, después de operar un mínimo de 10 minutos o alcanzar 60 grados centígrados de temperatura en el aceite del motor.

4.12 Vehículo comercial

El vehículo automotor con o sin chasis, para el transporte de efectos o de más de 10 personas, con peso bruto vehicular de hasta 2,727 kilogramos.

4.13 Vehículo de uso múltiple o utilitario

El vehículo automotor para el transporte de efectos o hasta de 10 personas con peso bruto vehicular de más de 2,727 kgs.

4.14 Vehículo automotor

El vehículo de transporte terrestre que se utiliza en la vía pública, tanto de carga como de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz.

4.15 Vehículo en circulación

El vehículo automotor que transita por la vía pública.

4.16 Vehículo de uso intensivo

4.16.1 Los vehículos automotores destinados al uso público y que prestan servicios de transporte de pasajeros o de carga;

4.16.2 Los vehículos automotores que prestan servicios a las dependencias y entidades de la administración pública federal y a los gobiernos del Distrito Federal, de las entidades federativas y de los municipios;

4.16.3 Los vehículos automotores de uso mercantil destinados al servicio de negociaciones mercantiles o que constituyan instrumento de trabajo;

4.16.4 Los vehículos automotores que prestan servicios de transporte de empleados y escolares; y

4.16.5 Los vehículos automotores convertidos al uso de gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos destinados a cualquier servicio.

4.17 Zona Metropolitana de la Ciudad de México

El área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 17 municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juaréz, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla y Tultitlán.

5. ESPECIFICACIONES

5.1 Los métodos para medir las emisiones provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, son los que a continuación se especifican:

5.1.1 Emisiones por el escape

El método debe ser el de prueba estática, a excepción de la zona metropolitana de la Ciudad de México, en donde el método que se debe aplicar a los automóviles, vehículos comerciales y vehículos ligeros que se clasifiquen de uso intensivo, es el de prueba dinámica.

5.1.2 Emisiones Evaporativas

En la zona metropolitana de la Ciudad de México, el método que se debe aplicar a los vehículos automotores que usan gasolina u otros combustibles alternos líquidos y que cuentan con tapón roscado del tanque de combustible, es la prueba del tapón del tanque de combustible.

Se debe realizar una prueba de sellado del tapón del tanque del combustible con un dispositivo, donde se medirá la caída de presión en pulgadas de agua según los límites de la norma correspondiente.

5.1.3 Fechas de aplicación

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Las fechas de aplicación de las pruebas anteriormente especificadas para la zona metropolitana de la Ciudad de México, son las que se establecen en la tabla 1.

Tabla 1

Tipo de Prueba	Para Medir	Año de Aplicación en vehículo de:	
		Uso intensivo	Uso No Intensivo
Prueba Estática	HC, CO, O ₂ y Dilución	No aplica	Inmediato
Prueba Dinámica en Dinamómetro a carga constante	HC, CO, O ₂ y Dilución	Inmediato	1997
Sellado de Tapón del Tanque del Combustible	Fugas	1995	1995
Prueba Dinámica en Dinamómetro a carga variable	HC, CO, O ₂ , NO _x y Dilución	1999	No Aplica

5.2 Preparación del equipo para la prueba.

Se debe llevar a cabo una preparación del equipo antes de iniciar el procedimiento de medición.

Por lo que toca al equipo, el técnico deberá:

5.2.1 Operarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante.

5.2.2 Calibrarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante y las especificaciones contenidas en esta norma.

5.2.3 Eliminar de los filtros y de la sonda cualquier partícula extraña y/o agua o humedad que se acumule.

5.3 Revisión visual del vehículo antes de la prueba.

5.4 Las condiciones que debe reunir el vehículo para someterlo al procedimiento de medición previsto en esta norma son:

5.4.1 El técnico debe revisar que los componentes de emisiones y elementos de diseño que han sido incorporados o instalados en el vehículo por el fabricante del mismo con el propósito de cumplir con las normas de control de emisiones aplicables a la unidad no han sido:

5.4.1.1. Retirados del sistema de control de emisiones del vehículo.

5.4.1.2. Alterados para que el sistema de control de emisiones no funcione correctamente.

5.4.1.3. Reemplazados con un componente que no fue vendido por su fabricante para este uso.

5.4.1.4. Reemplazados con un componente que no tiene la capacidad de conectarse a otros componentes de control de emisiones.

5.4.1.5. Desconectados aunque el componente esté presente y montado correctamente al vehículo.

5.4.2 El técnico debe asegurar que el escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ninguna salida adicional a las de diseño que provoque una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.

5.4.3 Los siguientes dispositivos del vehículo deben encontrarse en buen estado y operando adecuadamente:

Filtro de aire, tapón del depósito de aceite y del tanque de gasolina, nivel de aceite del cárter sistema de ventilación del mismo, filtro de carbón activado y mangueras de conexión al motor y al tanque.

5.5 Preparación del vehículo para la prueba

Se debe llevar a cabo una preparación del vehículo antes de iniciar la prueba de medición. Por lo que toca al vehículo, el técnico deberá:

5.5.1 Revisar que el control manual del ahogador no se encuentre en operación.

5.5.2 Revisar que los accesorios del vehículo estén apagados. Esto incluye las luces y aire acondicionado.

5.5.3 Asegurarse que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación.

5.5.4 Asegurarse que en el caso de transmisiones automáticas, el selector se encuentre en posición de estacionamiento o neutral, y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, que dicho selector este en neutral y sin presionar el pedal del embrague.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enciclopedia multimedia Encarta 2006, sistema de información, DVD, Microsoft Corporation, EUA, 2005 [s. p.].
2. Ortiz Vergara, Fresvinda, Análisis de alternativas tecnológicas del uso del alcohol etílico de origen agroindustrial como combustible de autotransporte, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 2000, pp. 6-18.
3. Duncan, The Olduvai theory: An Illustrated guide, Pardee Keynote Symposia, Geological Society of America, Reno NV, 2000, 6 pp.
4. Oportunidades de Inversión en Gas Natural, México, 2005, 4 pp.
http://www.energia.gob.mx/wb2/Sener/Sene_1623_gas_natural
5. Reservas probadas estimadas de Gas Natural, B. D. I., Petróleos Mexicanos, México, 2005, 2 pp.
6. Torres Reyes, Rubén Benjamín, Perspectivas de los combustibles no convencionales, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 1989, pp. 2, 47, 86, 91-95.
7. De Jesús Cruz, Álvaro, Desnaturalización y deodorización del alcohol etílico empleando tamices moleculares, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1998, pp. 3, 10, 11.
8. Propiedades físicas y de enlace de alcoholes, México, 2005, 1 p.
http://www.uam.es/departamentos/ciencias/qorg/docencia_red/qo/16/pfis.html
9. Godinez Cuevas, José Luis, Proceso de deodorización del alcohol etílico para una Industria cosmética privada, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1980, pp. 4-5.
10. Mahan, Bruce, Química, Curso Universitario, 2ª ed., México, Addison Wesley Iberoamericana, 1990, p. 777.
11. Garritz, A., Química, 1ª ed., México, UNAM, Addison Wesley Iberoamericana, 1998, p. 46.
12. Colín, Manuel, Aprovechamiento y/o control de desechos sólidos, Proyecto de Investigación DEPI 951285, México, IPN, 1995 [s. p.].
13. Nieto Gudiño, Raúl, Simulación del funcionamiento de un birreactor que será para generar biogás usando desechos de frutas y verduras, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1996 [s. p.].
14. Planta de biogás, diseño, construcción y operación, Instituto de Investigaciones Tecnológicas, 3ª ed., Bogotá Colombia, 1987 [s. p.].
15. López Villanueva, Berenice, Proyecto para la construcción de una planta generadora de biogás a partir de desechos orgánicos generados en la central de abastos del D. F., tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 2001, pp. 2-6, 29-35.
16. Torres Gutiérrez, Silvia Beatriz, Cuantificación experimental del biogás que se genera a partir de desechos de frutas y verduras, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1999, pp. 28.
17. Una revisión corta de aspectos microbiológicos y funcionales de las plantas de biogás para el tratamiento de residuales, Instituto de Investigaciones Porcinas, Gaveta Postal 1, La Habana Cuba, [s. a.], 6 pp.
18. Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, sistema de información, México, 2005 [s. p.].
<http://www.conae.gob.mx>
19. Las reservas totales de hidrocarburos de México, Anuario estadístico PEMEX, México, 2004, 1 p.
<http://www.fundar.org.mx/ingresospetroleros/labase/reservastotales.htm>

20. Caen en 1.6% reservas de PEMEX, Revista Pinturrerías, Órgano de difusión de anafapyt, a.c., México, vol. 50, núm. 490, enero-marzo de 2005, pp. 14.
21. Desarrollan un reactor que abarata la producción de hidrógeno, EUA, 2003, 1 p.
<http://www.energiasrenovables.com/paginas/index.asp?id=28&Nombre=Hidrógeno>
22. Antimateria, EUA, 2003, 2 pp. <http://es.Wikipedia.org/wiki/Antimateria>
23. Antimatter: Mirror of the Universe, EUA, 2005, [s. p.]. <http://www.cern.ch/>
24. Ramírez Argáez, Germán, “Legislación Ambiental y Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos”, curso, México, Facultad de Química, UNAM, junio-julio de 2004, [s. p.].
25. Fernández González, Jesús, Barreras para el desarrollo del empleo de los biocombustibles sólidos y líquidos, Jornadas sobre aportación de la biomasa al desarrollo de las energías renovables, Universidad Politécnica de Madrid, España, 12-13 de diciembre de 2002, 8 pp.
26. Sebastián Nogués, Fernando, Ciclo de energías renovables, Jornadas de biomasa, Fundación CIRCE, España, 2002, 10 pp.
27. Fuentes de energía, información científica y tecnológica, España, vol. 5, num. 43, 1983 [s. p.].
28. Castillo Ullin, Rosa Amalia, Estudios preliminares para la obtención de alcohol metílico a partir de residuos celulósicos por métodos microbiológicos, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de química, 1986, pp. 7, 21, 22.
29. Monroy, O., Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos, México, AGT editor, 1981 [s. p.].
30. Romualdas Juozas, Janusauskas, Biogas production from wastes of agricultural and food industries, Vilnius Lithuania, *Energética*, 4 (2003), pp. 102-106.
31. Cevallos Rojas, Ana, Obtención de alcohol etílico a partir de residuos celulósicos, México, UNAM, Facultad de Química, 1984, pp. 12, 23, 30.
32. Ballesteros, M., Manufacture of Bioalcohol. Optimization of a process from Jerusalem artichoke tubers. I. Acid hydrolisis, Madrid España, *Ingeniería Química*, 26(299), 1994, pp. 155-160.
33. Jimenez Alcaide, L., Process for conversion of residual biomass into fuel. II. Processes for preparation of bioalcohol, Madrid España, (1989) 15(2), pp. 99-108.
34. Reddy, L.V.A., Rapid and enhanced production of ethanol in very high gravity (VHG) sugar fermentation by Saccharomyces cerevisiae: Role of finger millet (Eleusine coracana L.) flour, India, *Process Biochemistry*, xxx (2005) xxx-xxx, 4pp.
35. Fischer, H., Integrated bioalcohol plant, Viena Austria, *Neuentwickl Biotechnol*, (1984) 95(83), pp. 195-209.
36. Chisti, Yusuf, Bioethanol: a long hangover, The Biotechnology of Etanol: Classical and Future Applications, Nueva Zelanda, *Biotechnology Advances*, 19 (2001) p. 555.
37. Fowler, David, Ethanol production by recombinant hosts, Assigned to BioEnergy Internacional L.C., Florida EUA, Patent 1994, p. 546.
38. S. Kohlí, Harinder, “Producción de alcohol a partir de Biomasa”, *Energéticos*, [s. l. i.], num. 10, 1981 [s. p.].

39. Najafpour, Ghasem, Ethanol and acetate síntesis from waste gas using batch cultura of Clostridium ljungdahlii, Babol Irán, Enzyme and Microbial Technology xxx (2005) xxx-xxx, 6 pp.
40. J. Schell, Daniel, A bioethanol process development unit: inicial operating experiences and results whith a corn fiber feedstock, EUA, Bioresource Technology 91 (2004), pp. 179-188.
41. Henke, Svatopluk, Model of a sugar factory with bioethanol production in program Sugars, Praga, Journal of Food Engineering xxx (2005) xxx-xxx, 5 pp.
42. Ferenc, Pandi, Manufacture and distribution of renewable environmentally friendly fuel (bioalcohol), Hungria, Szeszipar, (1993) 41(1), pp. 1-4.
43. Rosenberger, A., Improving the energy balance of bioethanol production from winter cereals: the effect of crop production intensity, Stuttgart Alemania, Applied Energy, 68 (2001), pp. 51-67.
44. D., Knappert, “Partial Acid Hydrolysis of Cellulosic Materials as a Pretreatment for Enzimatic Hydrolysis”, [s. l. i.], Biotechnology & Bioengineering. Vol. XXXII, [s. a.], [s. p.].
45. D. Yacobucci, Brent, Fuel Ethanol: Background and Public Policy Sigues, CRS Report for Congress, Congressional Research Service, EUA, 2002, 4pp.
46. Commission promotes production of bioethanol fuel from sugar, Biomass: European Union, Londres, Renewable Energy Report, num. 84, julio de 2005, p. 11.
47. Biomass projects authorised, News: Biomass: Brasil, London, Renewable Energy 51, mayo de 2003, p. 8.
48. Martinez J., Andres, Bioalcohol and gasoline. Isopentenes as isobutene complement in producing ethers for gasolines, Madrid España, Ingeniería Química, 36(413), 2004, pp. 69-73.
49. Zafar, Salman, Ethanol production from crude whey by Kluyveromyces marxianus, India, Biochemical Engineering, 27 (2006), pp. 295-298.
50. Bergamaschi, V. S., Preparation and evaluation of zirconia microspheres as inorganic exchanger in adsorption of copper and nickel ions and as catalyst in hydrogen production from bioethanol, Sao Pablo Brasil, Chemical Engineering, 112 (2005), pp. 153-158.
51. Yuksel, Fikret, The use of ethanol-gasoline blend as a fuel in an SI engine, Erzurum Turquía, Renewable Energy 29 (2004), pp. 1181-1191.
52. López Rodríguez, Adán Tonatiuh, Utilización de combustibles alternativos en un motor de encendido provocado, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 2000, pp. 10-13, 36.
53. Enciclopedia de Química Industrial, H., Blucher, 2a ed., Madrid España, Technos S.A., [s. a.], [s. p.].
54. Foo, E. L., Microbial Production of Methanol, [s. l. i.], Journal Process Biochemistry num. 78, [s. a.], pp. 23-28.
55. Juárez López, Laura, Análisis de la obtención de metanol, etanol y etilenglicol por gas de síntesis, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 1990, p. 43.
56. N. Hamelinck, Carlo, Outlook for advanced biofuels, Los países bajos, Ph.D. Thesis, Utrecht University, Copernicus Institute, p. 232.
57. C., Faaij, Future prospects for production of methanol and hydrogen from biomasa, [s. l. I.], Journal of Power Sources, 111 (1), 2002, pp. 1-22.

58. J.B., Hansen, Methanol synthesis, Weinheim, Handbook of Heterogeneous Catálisis, vol. 4, 1997, p. 1856.
59. J.B., Hansen, Operating experience with a commercial low temperatura ethanol synthesis catalyst in different industrial and pilot converter types, FL. EUA, 1990, Paper No. 109 c, [s. p.].
60. Katayamaa, Yukuo, Development of new green-fuel production technology by combination of fossil fuel and renewable energy, Tokio Japón, Energy 30 (2005), pp. 2179–2185.
61. Tovar Gutiérrez, Alejandro Arturo, Estudio de la mezcla gasolina-metanol como combustible alterno en motores de combustión interna, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1981, pp. 109–112.
62. C.Turkenburg, W., Renewable energy technologies, New Cork EUA, World Energy Assessment, United Nations Development Programme, 2000, pp. 219–272.
63. Costantino, U., Cu–Zn–Al hydrotalcites as precursors of catalysts for the production of hydrogen from metanol, Nápoles Italia, Solid State Ionics xx (2005) xxx – xxx, 6 pp.
64. N. Hamelinck, Carlo, Outlook for advanced biofuels, Los países bajos, Energy Policy, 2005, 16 pp.
65. Campos, E., Aprovechamiento Energético de Lodos Residuales y Purines, Producción de Biogás, Jornades tècniques sobre energia, Barcelona, Laboratori d'Enginyeria Ambiental Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl de la Universitat de Lleida, noviembre de 2001, 10 pp.
66. Rodríguez R., Julio C., Resultados experimentales sobre la producción de biogás a través de la bora y el estiércol de ganado, Venezuela, Agronomía Trop. 47(4) (1997), pp. 441-445.
67. Morales Clemente, Fernando, Biogás, una alternativa para solucionar los problemas de energía en zonas rurales, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 1987, pp. 9-14, 28, 29, 47-53, 90, 91.
68. Karakashev, Dimitar, Influence of Environmental Conditions on Methanogenic Compositions in Anaerobic Biogas Reactors, Bulgaria, Applied and Environmental Microbiology, vol. 71, num. 1., 2005, pp. 331-338.
69. Parawira, W., Profile hydrolases and biogas production during two-stage mesophilic anaerobic digestion of solid potato waste, Suecia, Process Biochemistry 40 (2005), pp. 2945-2952.
70. Yadvika, Enhancement of biogas production from solid substrates using different techniques-a review, Delhi India, Bioresource Technology 95 (2004), pp. 1-10.
71. Flotats, X., Aprovechamiento energético de residuos ganaderos, Barcelona, Universitat de Lleida, Departamento de Medio Ambiente y Ciencias del Suelo, 3r Curs d' Enginyeria Ambiental, 1997, p. 4.
72. Fisher, Torsten, Operating biogas plants for solid waste digestion in Germany, Experience from 2,000 projects, Alemania, Biocycle Energy, 2002, pp. 34-36.
73. C. Wilkie, Ann, An economical bioreactor for evaluating biogas potential of particulate biomass, EUA, Bioresource Technology 92 (2004), pp. 103-109.
74. Bouallagui, H., Mesophilic biogas production from fruit and vegetable waste in tubular degester, Tunes, Bioresource Technology 86 (2003), pp. 85-89.
75. Pichardo, J. E., Obtención de energía mediante la digestión de estiércol de vaca, tesis de licenciatura, D. F. México, UNAM, ENEP Cuautitlán, 1980, [s. p.].

76. Santander, V. F., Obtención de biogás a partir de desechos orgánicos, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1978, [s.p.].
77. Meynell, P. J., Prism Methane, Planning a digester, Gran Bretaña, 1976, [s. p.].
78. B. Gotaas, Harol, Composting, Sanitary Disposal and Reclamation of Organic Waste, World Health Organization Genova, [s. l. i.], 1956, [s. p.].
79. Estrada Aguilar, Raúl Santos, Anteproyecto del diseño de una planta para el aprovechamiento integral de los residuos hortofrutícolas que se generan en las grandes urbes, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 2002, pp. 13.
80. Coombs, J., The present and future of anaerobic digestion, en anaerobic digestion: a waste treatment technology, [s. l. i.], A. Wheatley, Critical reports on applied chemistry. Vol. 31, 1990, [s. p.].
81. Castro González, Alejandra, Estimación de los parámetros de diseño de digestores de alta tasa para el diseño y construcción de un reactor anaerobio de lecho de lodos de flujo ascendente y seguimiento fisicoquímico de su arranque y estabilización, México, UNAM, Facultad de Química, 1998, [s. p.].
82. Conil, Philippe, El aprovechamiento del biogás de las lagunas de Palma: Perfil del proyecto “Palmeiras” en Tumaco, Colombia, 1999, [s. p.].
83. Seghezzo, Lucas, Planta piloto para el tratamiento anaeróbico – aeróbico de líquidos cloacales en salta Argentina, Buenos Aires Argentina, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, vol. 5, 2001, [s. p.].
84. C. Bermúdez, Rosa, Ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás, Santiago de Cuba Cuba, Universidad de Oriente, Centro de estudios de Biotecnología Industrial, [s. p.].
85. Murphy, J. D., The optimal production of biogas for use as transport fuel in Ireland, Cork Irlanda, Renewable Energy 30 (2005), pp. 2111-2127.
86. Chevalier, C., Environmental assessment of biogas co- or tri-generation units by life cycle analysis methodology, Paris France, Applied Thermal Engineering 25 (2005), pp. 3025-3041.
87. Khoiyangbam, R. S., Methane emission from fixed dome biogas plants in hilly and plain regions of northern, India, India, Bioresource Technology, 95 (2004), pp. 35-39.
88. Shankar, Hariharan S., Process for treatment of organic wastes, Assigned to Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai India, Patent 2005, [s. p.].
89. Samuilov, V. D., Production of gaseous fuel, Russia, Biologiya (1993) 4, pp. 3-17.
90. Estudios, adaptación y pruebas de equipos comerciales para la utilización del biogás, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Informe IIE/FE-A2/14..., Cuernavaca México, 1979, [s. p.].
91. Caldera Muñoz, Enrique, Fomento de la Generación Eléctrica con Energías Renovables, México, 2005, [s. p.].
http://www.cce.org.mx/cespedes/publicaciones/revista/revista_7/caldera.htm
92. Exhorto a la Comisión Reguladora de Energía, México, 2005, [s. p.].
http://www.senado.gob.mx/gaceta.php?tipo=1&lg=59&lk=9/pa_gas.htm
93. Secretaría de Energía, México, 2005, 1p.

<http://www.gobierno.com.mx/secretaria-de-energia/>

94. Acción Nacional de cara al Siglo XXI, México, 2005, [s. p.].
<http://www.pan.org.mx/?P=240>
95. Ley Ambiental del Distrito Federal, México, 2005, 71 pp.
<http://www.paot.org.mx/centro/leyes/df/html/leyambiental.php>
96. Entrevista realizada al Dr. Martín Hernández Luna, Gaceta, Académicos de la FQ merecedores de relevantes premios y distinciones, México, UNAM, Facultad de Química, VII época, número especial, enero de 2005, p. 5.
97. Guía para selección de tecnologías de manejo integral de residuos sólidos, Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá Colombia, 2002, p. 129.
98. Generación, recolección y disposición final de residuos sólidos municipales, 1999-2002, INEGI, con base en SEDESOL, México, 2005, [s. p.].
http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/intro_ambiente.as
99. Generación de residuos sólidos municipales, por composición, 1999-2002, INEGI, México, 2005, [s. p.].
http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/intro_ambiente.as
100. Tasa de crecimiento de los residuos sólidos municipales reciclados, 1992-2002, INEGI, con base en internet www.cna.gob.mx. (junio de 2003), México, 2005, [s. p.].
http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/intro_ambiente.as
101. Oferta interna bruta de energía primaria por origen, 1995-2000, SENER, Balance Nacional de Energía, México, 2000, [s. p.].
http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/temas/Sociodem/intro_ambiente.as
102. Superficie por formación vegetal, 2000, La condición actual de los recursos forestales en México: Resultados del Inventario Forestal Nacional, Boletín, México, UNAM, Investigaciones Geográficas, num. 43, 2000, [s. p.].
103. Campaña de Separación de Residuos Sólidos, México, 2005, 3 pp.
<http://www.df.gob.mx/ciudad/residuos/residuos01.html>
104. La ciudad de México y los desechos, México, 2001, [s. p.].
<http://www.jornada.unam.mx/2001/may01/010514/010n1pol.html>
105. López Reyna, Felipe, Control Fiscal de producción de aguardiente y alcohol con equipos con registradores térmicos, tesis de licenciatura, México, IPN, ESIQIE, 1979, pp. 3-6.
106. Manzini, Fabio, Inserting renewable fuels and technologies for transport in México City Metropolitan Area, Morelos México, UNAM, Internacional Journal of Hydrogen Energy (2005), 9 pp.
107. Bayraktar, Hakan, Experimental and theoretical investigation of using gasolina-ethanol blends in spark-ignition engines, Camburnu Turquía, Renewable Energy 30 (2005), pp. 1733-1747.
108. Urbanchuk, John, The contribution of the ethanol industry to the American economy in 2004, EUA, 2004, 2pp.
<http://www.ethanolmt.org/contribution.html>
109. Muñoz Hernández, Luis Miguel, Análisis de combustibles alternos para vehículos automotores, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Ingeniería, 1997. pp. 49, 100, 104.

110. Sun, Ye, Dilute acid pretreatment of rye straw and bermudagrass for ethanol production, EUA, Bioresource Technology 96 (2005), pp. 1599-1606.
111. Ethanol: the complete, EUA, 2005, [s. p.]. <http://www.transportation.anl.gov/pdfs/TA/345.pdf>
112. Rothman, H., The alcohol economy: fuel ethanol and the brazilian experience, Londres, Energy Policy, vol. 11-3, 1983, p. 279.
113. Sadiq Al-Baghdadi, Maher Abdul-Resul, Performance study of a four-stroke spark ignition engine working with both of hydrogen and ethil alcohol as supplementary fuel, Babilonia Irak, International Journal of Hydrogen Energy 25 (2000), pp. 1005-1009.
114. Reunión de trabajo de la Comisión de Agricultura y Ganadería, México, 2005, [s. p.]. www.diputados.gob.mx/comisiones/comagr/v061200.htm
115. Situación actual de la Industria cañera en México, México, 2005, [s. p.]. www.pengo.it/PDPR-EPR/El_insurgente/el_insurgente30/texto/insurgente30.htm
116. Descripción del combustible, EUA, 2005, 2 pp. http://www.cleanairnet.org/infopool_es/1525/propertyvalue-17755.html#top
117. A. Suurs, R. A., Internacional Bioenergy Transport Costs and Energy Balance, Los países bajos, Utrecht University, Copernicus Institute, 2004, [s. p.].
118. Nakicenovic, N., Intergovernmental Panel on Climate Change, Gran Bretaña, Cambridge University, Special Report on Emission Scenarios, 2005, p. 612.
119. Perregaard, Jens, Methanol synthesis at near-critical conditions combined with ATR synthesis gas technology. The technology choice for large-scale methanol production, Denmark, Catalysis Today xxx (2005) xxx-xxx, 4 pp.
120. Starr B., Thomas, A proposed inhalation reference concentration for metanol, Washington EUA, Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38 (2003), pp. 224-231.
121. PEMEX - Petroquímica, Anuario Estadístico, México, 2005, [s. p.].
122. Proyecto en Monterrey y del Banco Mundial y fondo para el medio ambiente mundial transformará gases de invernadero en electricidad, México, 2005, [s. p.]. <http://www.grupodelbancomundial.htm>
123. Va Monterrey por energía de la basura IMAC, México, 2005, 1 p. [http://www.vamonterreyporenergiadelabasuraimac\(4_1_3\).htm](http://www.vamonterreyporenergiadelabasuraimac(4_1_3).htm)
124. Estación de transferencia de basura Delegación Iztapalapa, México, 2005, [s. p.]. <http://www.visitasguiadas.df.gob.mx/visitas/basura.html#informacion>
125. Morales Vitorio, Axel, Utilización del biogás proveniente de la digestión anaerobia de lodos vía cogeneración, planta de tratamiento de aguas residuales Texcoco norte, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 1998, pp. 14, 41.
126. Díaz Nava, Alejandro Bravo, Análisis de factibilidad de la utilización del biogás proveniente de la digestión anaerobia de lodos vía cogeneración en México, tesis de licenciatura, México, UNAM, Facultad de Química, 2001, pp. 66.
127. Serrano, L., Las aguas negras residuales y su tratamiento, México, 1997, [s. p.].

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

128. Omer, A. M., Biogas energy technology in Sudan, Sudan, Renewable Energy 28 (2003), pp. 499-507.
129. Mohaibes, Mohammed, Aerobic thermophilic treatment of farm slurry and food wastes, Finlandia, Bioresource Technology, 95 (2004), pp. 245-254.
130. Keeton, Jr., Waste stream digestion method, Assigned to Waterpure technologies, Inc., California EUA, Patent 2005, [s. p.].
131. Baumgartner W., John, Anaerobic digester, Assigned to Baumgartner Environics Inc., EUA, Patent 2003, [s. p.].
132. Goldstein, Jerome, Electric Utilities Hook up To Biogás, EUA, BioCycle Journal of Composting & Organics Recycling, Marzo de 2002, [s. p.].
133. Sahlstrom, Leena, A review of survival of pathogenic bacteria in organic waste used in biogas plants, Suiza, Bioresource Technology 87 (2003) pp. 161-166.
134. Ahring, Birgitte, Method for processing lignocellulosic material, Assigned to Forkningscenter Riso, Roskilde Dinamarca, Patent 2003, [s. p.].

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 1

OBSERVACIONES DEL USO DE BIOALCOHOLES (ALCOHOL ETÍLICO Y METÍLICO), EN EL FUNCIONAMIENTO DE AUTOMÓVILES Y CAMIONETAS, EN LA CIUDAD DE MÉXICO

Durante el estudio de la carrera profesional y la elaboración del trabajo de tesis en la Facultad de Química, se tuvo la oportunidad de realizar diversas pruebas en diversos automóviles y camionetas con diferentes características, a los que se les aplicó alcohol etílico y alcohol metílico que cumplieran con las especificaciones reguladas por la normatividad mexicana y cumplieran con las características necesarias para ser usados como bioalcoholes, las observaciones de las experiencias se presentan a continuación:

El procedimiento general para la observación, se realizó de la siguiente forma:

Primero se vaciaban los tanques de combustible, luego se cargaban con una determinada cantidad de gasolina al 100%, posteriormente se volvía a vaciar el tanque y nuevamente se cargaban con la misma cantidad de las mezclas de etanol-gasolina, metanol-gasolina y etanol 100%.

La forma de medir el rendimiento, se realizaba de la siguiente manera: al encender el automóvil, se ponía en ceros el marcador del kilometraje y se tomaba nota del rendimiento que tenían los litros de combustible en kilómetros en comparación con el rendimiento que proporcionaba la gasolina.

Se experimentó en diferentes camionetas y automóviles con diferentes características de cilindraje, forma de inyección de combustible y diferentes modelos, se trabajó con automóviles con motores de carburador e inyección de combustible.

Las pruebas se realizaron con el uso diario normal de cada uno de los vehículos; a continuación, se presentan los resultados de los vehículos, divididos en dos partes por sus características, la primera se compone de vehículos con motores de carburador y la segunda con motores de inyección de combustible:

La primera parte se compone de dos camionetas, una Ford Econoline 1982 (ocho cilindros), y otra Nissan 1985 (cuatro cilindros), las dos se mantuvieron en condiciones de trabajo normales durante todo un año, trabajando con diferentes proporciones de hasta el 50-50% en vol. de bioalcohol etílico-gasolina PEMEX magna comercial y la mejor proporción, fue del 30% de bioalcohol en vol., con esta proporción de alimentación se observó el mejor desempeño, potencia y rendimiento del energético en las dos camionetas.

La segunda parte se compone de una camioneta Chevrolet Silverado 1991 (ocho cilindros), otra Ford Ranger 1990 (seis cilindros), un auto Tsuru III modelo 1993 (cuatro cilindros), y un Jetta 1995 (cuatro cilindros); en esta parte se trabajó con todo tipo de proporciones alcohol etílico-gasolina (premium y magna), hasta el 100% de alcohol en algunas ocasiones y el resultado después de varias pruebas durante tres años en la camioneta Chevrolet y durante un año consecutivo en los demás automóviles; es que el motor no sufrió ningún daño a consecuencia del bioalcohol etílico, se observó en todos los vehículos un funcionamiento normal y un incremento en la potencia del motor desde el arranque, a excepción de cuando se utilizó durante algunas semanas seguido el etanol al 100%, ya que se llegaron a flamear las bujías. A la temperatura de 17-28°C tuvieron el mejor encendido y funcionamiento normal del motor, a bajas temperaturas debajo de 10°C, se observaron problemas al encendido y al arrancar, los cuales se asocian con las diferentes temperaturas en que sale el combustible del tanque, esto sucedió solo en mezclas arriba del 70% bioalcohol-gasolina y al 100% de bioalcohol.

También se experimentó con bioalcohol metílico, como aditivo en las camionetas y autos antes mencionados y durante 6 meses de usar un litro como aditivo por cada 10 litros de gasolina PEMEX magna comercial, se observó que el rendimiento en algunas ocasiones aumentó, esto se notó en el kilometraje por litro, el porcentaje de aumento dependió de la forma de forzar (acelerar) el motor en el uso diario del automóvil, al tener un manejo normal, sin forzar demasiado (aceleramiento adecuado) el motor, en los vehículos y camionetas con carburador y con inyección de gasolina, se observó el mayor rendimiento de combustible; el resultado después de las pruebas demostró que los motores no sufrieron daños a consecuencia del bioalcohol metílico y a temperaturas de entre 10-30°C el funcionamiento del motor fue ideal, así como también se observó un aumento en la potencia de los mismos automóviles.

Cabe mencionar que todos los automóviles de la experimentación, con bioalcohol etílico y bioalcohol metílico al presentarlos a la verificación vehicular semestral obligatoria en el D. F., la cumplieron aceptablemente, sin problemas de algún tipo y sin rechazo.

Cabe mencionar que de acuerdo a las observaciones, se recomienda un estudio y experimentación en aislantes térmicos adecuados para utilizarlos en la creación de revestimientos especiales, en tanques de gasolina para automóviles en México.

A continuación se presentan las ventajas y desventajas generales, observadas en la utilización de bioalcohol etílico y metílico en los automóviles:

Ventajas generales observadas de la utilización de bioalcohol etílico y metílico:

- Incremento de la potencia del motor.
- Mejor manejabilidad.
- Incremento en el rendimiento del combustible.
- Pasaron sin problemas las verificaciones vehiculares.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Desventajas generales observadas de la utilización de bioalcohol etílico y metílico:

- Emisiones con olor a etanol.
- Con el uso continuo de etanol al 100% por algunos días, se flamearon las bujías y en ocasiones no encendieron los autos, esto ocurrió en las mañanas, cuando los autos se encontraban fríos y sucedió con mayor frecuencia en los autos que en las camionetas.
- Con el uso de metanol arriba del 30% en las camionetas de carburador se tuvieron problemas en el arranque.
- Problemas en la medición del rendimiento del combustible, ya que cada que se vaciaba el tanque y se introducía una nueva mezcla, no se podía contabilizar el combustible en su totalidad, ya que se necesitaba agregar cierta cantidad del mismo en el carburador para que encendieran los automóviles con carburador, y en el caso de los de inyección de combustible, en ocasiones tardaba la bomba automática en jalar el combustible para ocasionar el arranque.

En general se puede recomendar el uso de bioalcohol metílico como aditivo al 10% en mezcla con la gasolina para todo tipo de automóviles y camionetas con carburador ó con inyección de combustible, y el uso de bioalcohol etílico al 30% máximo en autos y camionetas con carburador, así mismo para los autos y camionetas de inyección de gasolina se recomienda el uso hasta de un 50% máximo, ya que es necesario las modificaciones en los motores, principalmente en el sistema de inyección y en las partes que se pueden corroer.

Cabe mencionar que en México, en los primeros meses del año 2006, se comenzarán a introducir autos híbridos importados de Japón, estos automóviles trabajan con gasolina y con energía eléctrica, por lo que el conductor va poder decidir como utiliza el automóvil para poder evitar emisiones al ambiente y ahorrar combustible, lo cual es una ventaja; pero el problema de esta tecnología en México, va ser en un futuro cercano, ya que se acumularán en algunos años muchas baterías y se corre el riesgo de que los usuarios no las lleven a los lugares adecuados para su tratamiento, ya que son pocos los lugares y el tratamiento de estos residuos son costosos, por ser considerados residuos peligrosos, lo que puede llevar a las personas a tirar las baterías a los tiraderos no reglamentados ó a los rellenos sanitarios, provocando con esta acción otro tipo de contaminación grave para el medio ambiente.

Por estas circunstancias, se recomienda a corto plazo, realizar una implementación de nuevos catalizadores en todos los automóviles para disminuir las emisiones contaminantes al ambiente, y para procurar una solución más adecuada para el futuro ambiental en México, se recomienda posteriormente la implementación de los bioenergéticos alternativos en México, del bioalcohol etílico y metílico en mezcla, y posteriormente el bioalcohol etílico al 100%.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 2

INSTITUCIONES DEL SECTOR ENERGÉTICO

A) Papel del sector público

1) Secretaría de Energía (SE):

La SE promueve la participación de los particulares, en los términos de las disposiciones legales aplicables y en su carácter de coordinadora del sector energético conduce la actividad de las entidades paraestatales, en las que preside sus Consejos de Administración y establece, junto con las entidades y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) la propuesta de presupuesto que se presenta al Congreso de la Unión. Así mismo propone la política de tarifas y de precios de combustibles, que son finalmente aprobadas por la SHCP.

2) Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) y Secretaría de Contraloría y Desarrollo Administrativo (SECODAM):

La SHCP y la SECODAM participan en tres niveles dentro del sector energético.

En primer lugar, coordinan la formulación del presupuesto y los programas de las entidades del sector; en segundo término supervisan la ejecución de proyectos y actividades autorizadas por el Congreso de la Unión; y finalmente evalúan resultados administrativos a través de informes y de la cuenta pública.

3) Comisión Reguladora de Energía (CRE):

La CRE es un órgano desconcentrado, dotado con autonomía técnica y operativa, encargado de la regulación de las industrias eléctricas, de gas natural y las actividades de gas L. P. llevadas a cabo por ducto.

4) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CONASENUSA):

La CONASENUSA es un órgano desconcentrado de la SE, responsable de asesorar y vigilar el cumplimiento de las normas en materia nuclear, radiológica, física, de salvaguardias y administrativas en las instalaciones que se realicen actividades con tecnología altamente especializada, que involucren el uso de materiales y combustibles nucleares y radioactivos.

1) Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE):

La CONAE funge como órgano técnico de consulta de las dependencias y entidades de la administración pública y federal y cuando así lo soliciten, de los órganos de las entidades federativas, de los municipios y los particulares en materia de ahorro y uso eficiente de energía, también participa en el aprovechamiento de energías renovables.

6) Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)

Su objeto es la investigación, el desarrollo tecnológico y prestaciones de servicios técnicos, así como el desarrollo de los recursos humanos al servicio de las industrias petroleras, petroquímica y química.

7) Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

El IIE tiene como objeto promover y apoyar la innovación tecnológica en el sector eléctrico, así como de sus proveedores y usuarios, mediante la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico y servicios técnicos especializados.

8) Instituto de Investigaciones Nucleares (ININ)

Su objeto es la investigación y desarrollo de las ciencias y tecnologías nucleares, promueve los usos pacíficos de la energía nuclear y difunde los avances alcanzados para vincularlos al desarrollo económico, social y tecnológico del país.

B) El sector paraestatal energético

1) Petróleos Mexicanos (PEMEX):

PEMEX tiene por objeto ejercer la conducción central y la dirección estratégica de todas las actividades que abarca la industria petrolera, en los términos de la ley reglamentaria del artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo.

En julio de 1992 entró en vigor la ley orgánica de Petróleos Mexicanos y organismos subsidiarios, a partir de la cual se construyeron cuatro organismos descentralizados de carácter técnico industrial y comercial, coordinados por un corporativo, que se describen a continuación:

➤ PEMEX - Exploración y Producción, es el organismo encargado de la exploración y explotación de los yacimientos de petróleo y gas natural, así como de su transporte, almacenamiento en terminales y comercialización

➤ PEMEX – Refinación, lleva a cabo los procesos industriales de la refinación; elabora productos petrolíferos y derivados del petróleo que sean susceptibles de servir como materias primas industriales básicas, así mismo, almacena, distribuye, transporta y comercializa los productos derivados mencionados.

➤ PEMEX - Gas y Petroquímica Básica, realiza el procesamiento del gas natural y sus líquidos, así como el transporte, comercialización y almacenamiento de los productos obtenidos por medio del endulzamiento, recuperación de licuables y fraccionamiento, de donde se obtiene gas natural seco, etano, propano, butano, gasolinas naturales y azufres

➤ PEMEX – Petroquímica, realiza procesos industriales petroquímicos cuyos productos no forman parte de la industria petroquímica básica así como su almacenamiento, distribución y comercialización.

2) Comisión Federal de Electricidad (CFE):

Su objeto es organizar y dirigir el sistema nacional de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, basando su operación en principios técnicos y económicos sin propósito de lucro.

3) Luz y Fuerza del Centro (LFC):

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Su objeto es la prestación del servicio público de energía eléctrica, principalmente en materia de distribución en la región central del país, que abarca el Distrito Federal y parte de los estados de México, Morelos, Puebla e Hidalgo. Es principalmente una empresa distribuidora de energía.

C) Papel del sector privado

1) Transporte, almacenamiento y distribución del gas natural:

El artículo 27 constitucional en el ramo del petróleo, abrió la posibilidad de que el sector privado construyera, operara y tuviera en propiedad sistemas de transporte, distribución y almacenamiento de gas natural así mismo permite que el sector privado realice actividades de importación, exportación y comercialización del combustible.

2) PIE's, cogeneración, autoabastecimiento, pequeña producción, importación y exportación:

La reforma a la ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) de 1992, permite la participación del sector privado en la generación de electricidad en las siguientes modalidades, mismas que no constituyen un servicio público:

➤ Producción Independiente de Energía Eléctrica (PIE). Producción de energía eléctrica destinada a la venta de CFE, quedando ésta obligada a adquirirla en los términos y condiciones que se convengan. A partir de 1998 toda nueva central de generación se ha construido bajo éste esquema.

➤ Cogeneración. Generación de energía eléctrica producida simultáneamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, para ser usada en un proceso industrial, o bien generación de energía eléctrica a partir de calor residual de los procesos industriales;

➤ Autoabastecimiento. Producción de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de las personas físicas o morales que la producen;

➤ Pequeña producción. Generación de una capacidad menor a 30 MW destinada en su totalidad a la venta a CFE.

➤ Importación de energía eléctrica. Destinada exclusivamente al abastecimiento para usos propios; y

➤ Exportación de energía eléctrica. Derivada de cogeneración, producción independiente y pequeña producción. Tanto la importación, como la exportación de energía eléctrica son actividades que también puede llevar a cabo CFE.

3) Petroquímica no básica:

La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, define claramente cuales son los petroquímicos básicos y los no básicos, esta reforma permitió al sector privado invertir hasta en un 100% en nuevas plantas productoras de petroquímicos no básicos.

4) Gas L. P. : La industria desde 1950, tiene un marco regulatorio que permite la participación privada en las tareas de distribución, a lo largo de 1999 se llevaron a cabo acciones legislativas a fin de establecer una nueva organización en ésta industria.

POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL

Se deben fomentar la expansión de fuentes de energía renovables, que contribuyan a un desarrollo más sustentable y racionalizar el uso de la energía que se genera actualmente. México, por convicción propia y como parte de la concertación internacional sobre el tema ambiental, ha tomado una serie de medidas que conducirán a mediano plazo, a la operación de un sistema energético moderno y eficaz, entre las que destacan:

➤ Programa de mejoramiento de la calidad de los combustibles fósiles, mediante la reconfiguración y modernización del sistema nacional de refinerías.

➤ Ampliación del espectro de oferta de combustibles automotrices, para incluir productos como el gas natural comprimido, cuyo impacto ambiental es menor al de las gasolinas. En el caso del gas L. P., existe evidencia de que los motores de vehículos adaptados de fábrica a la carburación con éste combustible, tienen emisiones comparables a las de motores a gasolina.

➤ Programa de ampliación y modernización del sector eléctrico, basado principalmente en la utilización de gas natural para la generación eléctrica.

➤ Fomento al uso doméstico e industrial del gas natural, mediante la ampliación concesionada de las redes de distribución, en los principales centros de consumo.

➤ Establecimiento de normas ambientales obligatorias, que limitan la emisión de contaminantes a la atmósfera y las especificaciones mínimas de combustibles fósiles líquidos y gaseosos.

➤ Fijación de normas específicas, para incrementar la eficiencia de motores industriales y aparatos electrodomésticos.

➤ Establecimiento de políticas de ahorro, uso eficiente de energía y apoyo para la CONAE, cabe destacar la importancia en este rubro de la instrumentación del horario de verano.

➤ Desarrollo de instrumentos, para la optimización integral de las políticas de energía, economía, medio ambiente y la cuantificación del impacto de las políticas energéticas en la actividad económica así como en el nivel de emisión de gases efecto invernadero.

➤ Fomento a la utilización de sistemas de energía renovable, en generación de electricidad y en comunidades aisladas.

➤ Promoción del uso de sistemas de cogeneración, para incrementar la eficiencia de utilización de combustibles en la industria.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA EL DISTRITO FEDERAL

Principales disposiciones de la ley:

1. Todo generador de residuos sólidos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos.
2. Es responsabilidad de toda persona, física o moral, generadora de residuos sólidos en el D. F., separar, reducir y evitar la generación de los residuos sólidos y entregarlos al servicio de limpia. La Secretaría de Obras y Servicios y las delegaciones instrumentarán los sistemas de depósito y recolección separada de los residuos sólidos.
3. El servicio de recolección domiciliaria se realizará de manera gratuita.
4. Las delegaciones deberán:

Formular, ejecutar, vigilar y evaluar el programa delegacional de prestación del servicio de limpia, erradicar la existencia de tiraderos clandestinos, establecer rutas, horario y frecuencias del servicio de recolección selectiva, orientar a la población sobre las prácticas de separación y promover programas de capacitación y aprovechar los residuos orgánicos.

En general los residuos sólidos se clasifican en residuos urbanos y de manejo especial.

Los residuos urbanos son:

Los generados en casas habitación, así como los residuos provenientes de las actividades de limpieza y cuidado de áreas verdes.

Los residuos de manejo especial son:

Los provenientes de servicios de salud, los alimentos no aptos para el consumo generados por establecimientos comerciales, de servicios o industriales, los generados por las actividades agrícolas, forestales y pecuarias, los residuos de la demolición, mantenimiento y construcción, los neumáticos usados, muebles, enseres domésticos usados en gran volumen y los de laboratorios industriales o de investigación.

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES EN MÉXICO

La gestión de los R. S. M. entendida como recolección, el procesamiento y la disposición final de los desechos, tiene hoy en día el objetivo de preservar la salud pública.

El actual nivel de concientización que la sociedad tiene sobre la ecología, exige que la gestión de los residuos también proteja el medio ambiente conservando y restaurando el equilibrio ecológico; dado que el público demanda cada vez mayores y mejores controles así como reglamentaciones, un objetivo adicional de gran importancia es que la gestión de los residuos, contribuya a reducir el uso de materias primas y a ahorrar energía.

Puntos principales de la gestión de los R. S. M.:

- Recolección.
- Transferencia.
- Procesamiento.
- Disposición final.

Una primera realidad sobre los R. S. M., es que básicamente, sólo hay cuatro métodos para manejarlos, éstos métodos son: tirarlos, quemarlos (y luego tirar las cenizas); convertirlos en algo que pueda ser usado de nuevo (es decir reciclarlos) y minimizar desde el principio la cantidad de bienes materiales y de residuos producidos (o sea disminuir la cantidad de basura futura), a esto último se le llama ahora "reducción de origen o en la fuente".

Métodos de manejo de los R. S. M.:

- Tirarlos.
- Quemarlos.
- Aprovecharlos.
- Minimizarlos.

El papel y el cartón usados para envases y embalajes representan sólo una pequeña parte del total de este tipo de residuos, mientras gran parte de ellos se recupera y se recicla, el papel y el cartón tiene características que los han protegido de peticiones de control y/o prohibición: son fácilmente reciclables (los mecanismos de acopio, selección, venta y reaprovechamiento funcionan desde hace muchos años); son biodegradables (excepto en determinadas condiciones extremas) y provienen de un recurso renovable. Desafortunadamente, las tecnologías usadas en la producción de celulosa y de papel están entre los procesos industriales que más contaminan.

Los expertos señalan que una fábrica de papel consume más agua que seis millones de mexicanos; que por cada tonelada de papel y cartón que se recicla, se dejan de cortar entre 15 y 17 árboles medianos, y que en este proceso se ahorra 60% de agua y el 20% de energía, además que se reduce la contaminación que produce esa industria en 50 por ciento. Este es un claro ejemplo de un subsector industrial que necesita modernizarse urgentemente y requiere invertir en tecnologías limpias y más eficientes, desde el punto de vista del consumo de energía.

Los propósitos de la gestión de los R. S. M. son:

- Proteger la salud de la población.
- Proteger el medio ambiente.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Reducción de residuos

Las únicas soluciones viables que existen, son reducir las cantidades de residuos que se generan, reciclar lo más que se pueda de dichos residuos y administrar eficientemente los desechos finales que generó la sociedad en su diario devenir.

Los participantes adecuados en la reducción de residuos deben ser:

- Niños.
- Adultos.
- Empresas industriales.
- Empresas comerciales.
- Organizaciones no gubernamentales.
- Autoridades municipales.
- Autoridades estatales y federales.

Disposición de residuos

La gestión de los R. S. M., señala que deberá utilizarse lo más posible los rellenos sanitarios diseñados y ubicados de acuerdo con las más recientes normas internacionales de seguridad y operación; también como segunda opción a futuro señala que deberá usarse incineradores del tipo que transforman los desechos en energía, pero en esos incineradores es materialmente imposible evitar que pequeñas cantidades de ciertos metales, de gases ácidos, de dioxinas y de furanos lleguen al medio ambiente, con los consecuentes efectos contaminantes que producen.

Prioridades en la gestión de R. S. M.

Debe recordarse que entre sus objetivos específicos, el Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente establece:

- Prevenir y controlar la contaminación del suelo, mediante el tratamiento adecuado de los desechos sólidos municipales e industriales y el manejo correcto de las sustancias peligrosas.
- Asegurar la recuperación, protección y conservación de los recursos naturales y el equilibrio de los ecosistemas.
- Contribuir a que la educación constituya un medio para elevar la conciencia ecológica de la población, consolidando esquemas de comunicación que promuevan la iniciativa comunitaria.

En este ordenamiento se incluye también el ahorro de energía, como factor esencial para reducir la emisión de contaminantes.

El planteamiento anterior, representa sólo un marco de referencia general, ya que son los municipios, de acuerdo con sus condiciones particulares, quienes deben precisar los métodos de gestión de los residuos y la jerarquía de los mismos; para ello deberán considerar factores como la salud humana, los riesgos ambientales, los costos relativos de cada método, la disponibilidad de tecnologías, las condiciones locales del mercado de los materiales secundarios y la aceptación del público respecto de los diversos métodos.

Otro factor importante para la implantación de mecanismo de gestión de los materiales a nivel local, es considerar a los R. S. M. en términos de sus componentes y no como una mezcla inseparable.

Adicionalmente, la separación de origen de los materiales reciclables produce residuos más limpios y uniformes, además de favorecer su venta en el mercado de materiales secundarios, así mismo además de los materiales que se venden para el reciclaje, se puede empezar a considerar la creación de centros de acopio para los demás desechos orgánicos y así promover la generación de bioenergéticos alternativos a partir de los R. S. M.

El Gobierno federal mexicano, respetuoso de la primacía constitucional que sobre los R. S. M. tienen los gobiernos municipales, ha asumido un rol pasivo en la relación con la gestión integral de los desechos sólidos y dadas las condiciones actuales en las que cada día hay una mayor concientización ecológica en la población, es conveniente que el INE/Sedesol se acerque a los municipios y les ofrezcan orientación y asistencia en el establecimiento de políticas, estrategias y programas locales para la gestión de los residuos.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 3

LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE

(Publicada en el D.O.F. de fecha 28 de enero de 1988)¹

(CONTIENE REFORMAS HASTA DEL 13 DE JUNIO DE 2003, REMARCADAS ENTRE PARÉNTESIS)

TITULO PRIMERO Disposiciones Generales CAPÍTULO I Normas Preliminares

ARTICULO 1o.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;

II.- Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;

III.- La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;

IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas.

V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;

VI.- La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;

VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;

¹ Se incorporaron modificaciones publicadas en el D. O. F. de fecha 25 de febrero de 2003.

VIII.- El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX - G de la Constitución;

IX.- El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y

X.- El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.

En todo lo no previsto en la presente Ley, se aplicarán las disposiciones contenidas en otras leyes relacionadas con las materias que regula este ordenamiento.

ARTICULO 2o.- Se consideran de utilidad pública:

I.- El ordenamiento ecológico del territorio nacional en los casos previstos por ésta y las demás leyes aplicables;

II.- El establecimiento, protección y preservación de las áreas naturales protegidas y de las zonas de restauración ecológica;

III.- La formulación y ejecución de acciones de protección y preservación de la biodiversidad del territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, así como el aprovechamiento de material genético; y

IV.- El establecimiento de zonas intermedias de salvaguardia, con motivo de la presencia de actividades consideradas como riesgosas.

ARTICULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

I.- Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados;

II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;

III.- Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos;

IV.- Biodiversidad: La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- V.- Biotecnología:** Toda aplicación tecnológica que utilice recursos biológicos, organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos;
- VI.- Contaminación:** La presencia en el ambiente de uno o más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico;
- VII.- Contaminante:** Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural;
- VIII.- Contingencia ambiental:** Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas;
- IX.- Control:** Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas en este ordenamiento;
- X.- Criterios ecológicos:** Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente Ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental;
- XI.- Desarrollo Sustentable:** El proceso evaluable mediante criterios e indicadores del carácter ambiental, económico y social que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se funda en medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección del ambiente y aprovechamiento de recursos naturales, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras;
- XII.- Desequilibrio ecológico:** La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman el ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XIII.- Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados;
- XIV.- Equilibrio ecológico:** La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos;
- XV.- Elemento natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre;
- XVI.- Emergencia ecológica:** Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas;
- XVII.- Fauna silvestre:** Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domésticos que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.
- XVIII.- Flora silvestre:** Las especies vegetales así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre;
- XIX.- Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza;
- XX.- Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo;
- XXI.- Material genético:** Todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo, que contenga unidades funcionales de herencia;
- XXII.- Material peligroso:** Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas;
- XXIII.- Ordenamiento ecológico:** El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos;
- XXIV.- Preservación:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitat naturales;
- XXV.- Prevención:** El conjunto de disposiciones y medidas anticipadas para evitar el deterioro del ambiente;
- XXVI.- Protección:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro;
- XXVII.- Recursos biológicos:** Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro componente biótico de los ecosistemas con valor o utilidad real o potencial para el ser humano;
- XXVIII.- Recursos genéticos:** El material genético de valor real o potencial;
- XXIX.- Recurso natural:** El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre;
- XXX.- Región ecológica:** La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes;
- XXXI.- Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

XXXII.- Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente;

XXXIII.- Restauración: Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales;

XXXIV.- Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca,

XXXV.- Vocación natural: Condiciones que presenta un ecosistema para sostener una o varias actividades sin que se produzcan desequilibrios ecológicos, y

XXXVI. Educación Ambiental: Proceso de formación dirigido a toda la sociedad, tanto en el ámbito escolar como en el ámbito extraescolar, para facilitar la percepción integrada del ambiente a fin de lograr conductas más racionales a favor del desarrollo social y del ambiente. La educación ambiental comprende la asimilación de conocimientos, la formación de valores, el desarrollo de competencias y conductas con el propósito de garantizar la preservación de la vida.



La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
somete a consulta del público en general el
**PROYECTO DE REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA
PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**
reglamento.residuos@semarnat.gob.mx

VICENTE FOX QUESADA, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en ejercicio de la facultad que me confiere la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y con fundamento en los artículos 7, fracciones II y III y 8 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, he tenido a bien expedir el siguiente:

REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

TÍTULO PRIMERO

DISPOSICIONES PRELIMINARES

CAPÍTULO ÚNICO

OBJETO Y AMBITO DE APLICACIÓN

Artículo 1º.- El presente ordenamiento rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras dependencias o entidades de la Administración Pública Federal, de conformidad con las disposiciones legales aplicables.

Las Entidades Federativas y los Municipios aplicarán el presente Reglamento dentro del ámbito de sus respectivas competencias, en lo que corresponda a las materias de competencia federal que cuyo control asuman conforme a lo previsto en la Ley.

Artículo 2.- Para el cumplimiento de principio previsto en la fracción II del artículo 2 de la ley, se consideran de interés público:

- I. La ejecución de programas destinados a la promoción de actividades de reciclaje y reutilización de materiales con el fin de prevenir la generación de residuos;
- II. La ejecución de programas destinados al otorgamiento de incentivos para la aplicación de tecnologías ambientales con el fin de prevenir la generación de residuos;
- III. La gestión integral de los residuos peligrosos, o
- IV. La elaboración de planes y programas que contengan políticas de gestión integral de los residuos en las entidades federativas con sujeción a los criterios establecidos en la Ley.

Artículo 3.- Para efectos del presente Reglamento, además de las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se entenderá por:

- I. **Almacenamiento de residuos peligrosos:** Acción de retener por un periodo no mayor a seis meses los residuos peligrosos en tanto se procesan para su aprovechamiento, se les aplica un tratamiento, se transportan o se dispone de ellos;
- II. **Biodisponibilidad:** Característica de las sustancias tóxicas se incorporan a los seres vivos mediante procesos de ingesta o inhalación de alimentos, agua y aire contaminado o mecanismos de absorción;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

- III. **Bioacumulación:** Referente al fenómeno de enriquecer la concentración de contaminantes orgánicos e/o inorgánicos en los tejidos de organismos vivos, ecosistema o en el medio ambiente, debido a la persistencia de los mismos, la baja o nula afectación del metabolismo del organismo y/o diversas características fisicoquímicas, entre otros;
- IV. **Cadena de custodia:** Registro que acompaña a las muestras desde su obtención hasta su entrega al laboratorio de pruebas, y en caso de esta norma debe incluirse en el informe de resultados;
- V. **Centro de Acopio:** Instalación en donde se reciben, trasvasan y acumulan temporalmente residuos peligrosos para posteriormente ser enviados a instalaciones autorizadas para su tratamiento, reciclaje, reutilización, coprocesamiento y/o disposición final;
- VI. **Confinamiento:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos, previamente tratados, que garantice su aislamiento definitivo;
- VII. **Confinamiento en formaciones geológicamente estables:** Obra de ingeniería para la disposición final de residuos en estructuras naturales impermeables, que garanticen su aislamiento definitivo;
- VIII. **Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos;
- IX. **Desempeño ambiental:** Resultados medibles del sistema de gestión ambiental, relacionados con el control de los aspectos ambientales de cualquier proceso productivo en particular, basados en su política, objetivos y tareas ambientales. Para un proceso productivo en particular sin sistema de gestión ambiental formal, el desempeño ambiental es el resultado de una gestión organizacional de sus aspectos ambientales;
- X. **Diagnóstico Básico:** El Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos; que es el estudio que considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente, el cual es previo a la formulación de los programas para la gestión integral de residuos y de los planes de manejo, ya que identifica la situación basal de la generación y manejo de los residuos;
- XI. **Estudios de caracterización de orientación:** Son los que tienen como fin establecer: la descripción de las causas de la contaminación y la delimitación del área y volumen de suelos contaminado;
- XII. **Estudios detallados de caracterización:** estudios detallados de caracterización tienen como fin el establecer: la distribución y comportamiento de los contaminantes en el suelo, subsuelo y en caso dado en los mantos acuíferos; la descripción de las condiciones y características geo-hidrologicas y climáticas del sitio y de la localidad donde el sitio se encuentra que influyen en el comportamiento de los contaminantes;
- XIII. **Jales:** Residuos generados en las operaciones primarias de separación y concentración de minerales;
- XIV. **Ley:** La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- XV. **Liberación:** Acción de descargar, inyectar, inocular, depositar, derramar, emitir, vaciar, arrojar, colocar, rociar, pulverizar, abandonar, escurrir, gotear, escapar, enterrar, o verter materiales o residuos peligrosos en los elementos naturales;
- XVI. **Manifiesto:** Documentos oficiales mediante los cuales se reportan a la Secretaría las acciones de manejo de residuos peligrosos y que deben obtener y conservar los generadores y los prestadores de servicio;
- XVII. **Norma:** Norma Oficial Mexicana;
- XVIII. **Pasivo Ambiental:** Suelo y subsuelo que fueron contaminados por residuos peligrosos mediante un proceso prolongado, cuya restauración no se ha efectuado debido las dimensiones del área afectada, las características específicas de los materiales o residuos involucradas o la complejidad de la remediación, pero que implican una obligación de corrección que permita restablecer sus condiciones naturales con el fin de reintegrarlo a usos productivos;
- XIX. **Presas de Jales:** Obra de ingeniería para el almacenamiento o disposición final de jales;
- XX. **Procuraduría:** Procuraduría Federal de Protección al Ambiente;
- XXI. **Recolección:** Acción de trasladar residuos al equipo destinado a conducirlos a las instalaciones en las que se realizará su acopio ó almacenamiento;
- XXII. **Reglamento:** El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos;
- XXIII. **Suelo:** Material natural no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad;
- XXIV. **Suelo contaminado:** Material original o sustituto en el que se encuentran presentes uno o más materiales o residuos peligrosos y que puede constituir un riesgo para el ambiente y la salud;
- XXV. **Sujeto obligado:** Los sujetos que conforme a lo dispuesto en las fracciones I y II del artículo 28 de la Ley deben formular y ejecutar Planes de Manejo;
- XXVI. **Secretaría:** La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;
- XXVII. **Transferencia de suelos contaminados:** La que se verifica cuando un suelo contaminado con materiales y/o residuos peligrosos es excavado de su lugar original y trasladado, con cualquier medio, a una instalación de tratamiento *on site* y *ex situ* sin importar la distancia del traslado;
- XXVIII. **Tratamiento *ex-situ* de suelos contaminados:** Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados previa remoción de éstos se realiza fuera del sitio contaminado en instalaciones fijas autorizadas;
- XXIX. **Tratamiento *in-situ* de suelos contaminados:** Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados se realiza en el predio que los contiene sin ser removidos;

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

XXX. Tratamiento *on-site* de suelos contaminados: Cuando el tratamiento de los suelos y/o materiales semejantes a suelos contaminados previa remoción de éstos se realiza sobre un área adyacente al sitio contaminado o sobre un área dentro del sitio contaminado.

Artículo 4.- Para la aplicación de las medidas, ejecución de las obras o realización de las acciones a que se refieren las fracciones I a IV del Artículo 3 de la Ley, el Titular del Ejecutivo Federal podrá

- I.- Decretar la expropiación de bienes;
- II.- Declarar la ocupación temporal, total o parcial de inmuebles, o
- III.- Limitar los derechos de dominio

Artículo 5.- Los decretos de expropiación o las declaratorias de ocupación temporal o de limitación de dominio para la aplicación de medidas, ejecución de obras o realización de acciones señaladas en el artículo 3 de la Ley serán expedidos por el Titular del Ejecutivo Federal conforme a los procedimientos establecidos en la Ley Federal de Expropiación o en la Ley Agraria cuando se trate de bienes ejidales o comunales:

Artículo 6.- Correlativamente a lo dispuesto en las fracciones I, II, III y IV del artículo 3 de la Ley, las medidas, obras y acciones que se decreten o declaren tendrán como finalidad:

- I. Evitar el deterioro o la destrucción que los elementos naturales puedan sufrir, en perjuicio de la colectividad, por la liberación al ambiente de residuos;
- II. La prevención, conservación, protección del medio ambiente y remediación de sitios contaminados cuando la ejecución de obras sea imprescindible para reducir riesgos a la salud;
- III. La atención de emergencias por caso fortuito o fuerza mayor tratándose de contaminación por residuos peligrosos, y
- IV. La atención de emergencia para contener los riesgos a la salud derivados del manejo de residuos.

Lo anterior, sin perjuicio de las causas de utilidad pública previstas en otros ordenamientos legales.

Artículo 7.- Para los efectos de la fracción II del artículo 3 de la Ley se considerarán obras destinadas a la remediación de sitios contaminados todas las medidas que para tal fin lleven a cabo la Secretaría o las autoridades estatales o municipales en las materias de su competencia.

Artículo 8.- La indemnización se cubrirá en el término de un año, contado a partir de la publicación del decreto o declaratoria respectivos, salvo cuando el decreto o declaratoria se publique por segunda vez, caso en el cual el término para el pago se computará a partir del día siguiente a aquel en que se lleve a cabo la segunda publicación.

En el momento del pago de la indemnización la Secretaría, conforme a los principios de responsabilidad compartida previstos en el artículo 2 de la Ley, cuantificará el costo de las medidas, obras o acciones decretadas o declaradas disminuyéndolo del monto determinado por concepto de indemnización.

Artículo 9.- La interpretación para efectos administrativos del presente Reglamento corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría.

RESIDUOS GENERADOS Y SU VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN

En el año 2000 se recolectó el 83% total de residuos generados (69,886 Ton.) y quedaron dispersas diariamente 14,314 Ton. Del total generado, poco más del 49% terminaron en sitios controlados (41,258 Ton. por día), lo que indica que 42,942 Ton. se disponían diariamente a cielo abierto en tiraderos no controlados, clandestinos o en la calle.

La descomposición aeróbica genera menos gas metano, el cual es el mayor contribuyente para el calentamiento global y en concentraciones de entre 5 y 10 % en el aire lo hacen un gas explosivo.

La NOM-083-ECOL-1996 es la que dispone los requerimientos para disposición final de residuos sólidos.

La LGEEPA en dic de 1996 concede al Gobierno a través de SEMARNAT la facultad para expedir las normas.

TIPO DE RESIDUOS Y SU VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN

TIPO DE RESIDUOS	VEL. RÁPIDA(1)	VEL. LENTA(2)
Residuos de comida	X	
Periódicos	X	
Papel de oficina	X	
Cartón	X	
Residuos de jardín	Hojas	Leños
Textiles		X
Goma		X
Cuero		X
Madera		X
Plásticos		Se consideran no biodegradables

La degradación rápida(1) se considera de 3 meses a 5 años.

La degradación lenta(2) se considera de 50 años en adelante.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

ANEXO 4

NORMAS OFICIALES MEXICANAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA VIGENTES

NOM-001-ENER-2000

Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.

NOM-003-ENER-2000

Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-004-ENER-1995

Eficiencia energética de bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 Kw a 0,746 Kw.- Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-005-ENER-2000

Eficiencia energética de lavadoras de ropa electrodomésticos. Límites, método de prueba y etiquetado.

NOM-006-ENER-1995

Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación.- Límites y método de prueba.

NOM-007-ENER-1995

Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

NOM-008-ENER-2001

Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

NOM-009-ENER-1995

Eficiencia energética en aislamientos térmicos industriales.

NOM-010-ENER-1996

Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba.

NOM-011-ENER-2002

Eficiencia energética en acondicionadores de aire tipo central, paquete o dividido. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NOM-013-ENER-1996

Eficiencia energética en sistemas de alumbrado para vialidades y exteriores de edificios.

NOM-014-ENER-1997

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,180 a 1,500 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

NOM-015-ENER-2002

Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NOM-016-ENER-2002

Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 Kw. Límites, método de prueba y marcado.

NOM-017-ENER-1997

Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas. Límites y métodos de prueba.

NOM-018-ENER-1997

Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.

NOM-021-ENER/SCFI/ECOL-2000

Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) en acondicionadores de aire tipo cuarto. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NOM-022-ENER/SCFI/ECOL-2000

Eficiencia energética, requisitos de seguridad al usuario y eliminación de clorofluorocarbonos (CFC's) para aparatos de refrigeración comercial auto contenidos. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA ALCOHOL ETILICO

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-076-SSA1-1993</u>	25/04/1996	Que establece los requisitos sanitarios del proceso y uso del etanol (alcohol etílico).
<u>NOM-138-SSA1-1995</u>	10/01/1997	Que establece las especificaciones sanitarias del alcohol desnaturalizado, antiséptico y germicida (utilizado como material de curación), así como para el alcohol etílico de 96°G.L., sin desnaturalizar y las especificaciones de los laboratorios o plantas envasadoras de alcohol.
<u>NOM-076-SSA1-2002</u>	09/02/2004	MODIFICACION a la Norma Oficial Mexicana NOM-076-SSA1-1993, Salud ambiental-Que establece los requisitos sanitarios del proceso del etanol (alcohol etílico) para quedar como NOM-076-SSA1-2002, Salud ambiental.- Que establece los requisitos sanitarios del proceso del etanol (alcohol etílico).
<u>NOM-006-SCFI-1994</u>	03/09/1997	Bebidas alcohólicas - Tequila - Especificaciones. (contiene dos modificaciones)
<u>NOM-051-SCFI-1994</u>	24/01/1996	Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
<u>NOM-070-SCFI-1994</u>	12/06/1997	Bebidas alcohólicas-Mezcal-Especificaciones.
<u>NOM-086-SSA1-1994</u>	26/06/1996	Bienes y Servicios. Alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición. Especificaciones nutrimentales.
<u>NOM-120-SSA1-1994</u>	28/08/1995	Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas.
<u>NOM-142-SSA1-1995</u>	09/07/1997	Bienes y servicios. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. etiquetado sanitario y comercial.
<u>NOM-144-SCFI-2000</u>	14/02/2001	Bebidas alcohólicas-Charanda-Especificaciones.
<u>NOM-159-SCFI-2004</u>	16/06/2004	Bebidas alcohólicas-Sotol-Especificaciones y métodos de prueba.
<u>PROY-NOM-218-SSA1/SCFI-2002</u>	22/08/2003	Productos y servicios. Bebidas no alcohólicas, sus congelados y productos concentrados para prepararlas. Especificaciones sanitarias Información comercial.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA DIESEL Y GAS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-027- SEDG-1996</u>	16/07/1997	Controles primarios y controles programadores de seguridad contra falla de flama para quemadores de gas natural, gas L. P., diesel o combustóleo, con detección de flama por medios electrónicos (fotoceldas, fototubos o por detección de la ionización de la flama).
<u>NOM-042- ECOL-1999</u>	06/09/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
<u>NOM-044- ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.
<u>NOM-045- ECOL-1996</u>	22/04/1997	Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel ó mezclas que incluyan diesel como combustible.
<u>NOM-064- SCT2-2001</u>	21/01/2002	Reglas de seguridad e inspecciones periódicas a los diversos sistemas que constituyen el equipo tractivo ferroviario diesel-eléctrico.
<u>NOM-077- ECOL-1995</u>	13/11/1995	Que establece el procedimiento de medición para la verificación de los niveles de emisión de la opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible.
<u>NOM-116- SCFI-1997</u>	04/05/1998	Industria automotriz - Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diesel - Información comercial.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

NORMAS OFICIALES MEXICANAS PARA GASOLINA Y OTROS COMBUSTIBLES LÍQUIDOS

Clave de la Norma	Fecha	Descripción
<u>NOM-005-SCFI-1994</u>	30/03/1998	Instrumentos de medición-Sistemas para medición y despacho de gasolina y otros combustibles líquidos.
<u>NOM-041-ECOL-1999</u>	06/08/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
<u>NOM-042-ECOL-1999</u>	06/09/1999	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas suspendidas provenientes del escape de vehículos automotores nuevos en planta, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diesel de los mismos, con peso bruto vehicular que no exceda los 3,856 kilogramos.
<u>NOM-047-ECOL-1999</u>	10/05/2000	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición para la verificación de los límites de emisión de contaminantes, provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos
<u>NOM-048-ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono y humo, provenientes del escape de las motocicletas en circulación que utilizan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
<u>NOM-049-ECOL-1993</u>	22/10/1993	Que establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de gases contaminantes, provenientes de las motocicletas en circulación que usan gasolina o mezcla de gasolina - aceite como combustible.
<u>NOM-076-ECOL-1995</u>	26/12/1995	Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos no quemados, monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno provenientes del escape, así como de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y otros combustibles alternos y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores, con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos nuevos en planta.
<u>NOM-092-ECOL-1995</u>	06/09/1995	Que regula la contaminación atmosférica y establece los requisitos, especificaciones y parámetros para la instalación de sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo ubicadas en el Valle de México.
<u>NOM-093-ECOL-1995</u>	06/09/1995	Que establece el método de prueba para determinar la eficiencia de laboratorio de los sistemas de recuperación de vapores de gasolina en estaciones de servicio y de autoconsumo.
<u>NOM-116-SCFI-1997</u>	04/05/1998	Industria automotriz - Aceites lubricantes para motores a gasolina o a diesel - Información comercial.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS EN “SALUD AMBIENTAL Y ECOLOGÍA”

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-021-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE CON RESPECTO AL MONOXIDO DE CARBONO (CO). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE MONOXIDO DE CARBONO (CO) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El monóxido de carbono (CO), es un gas inodoro e incoloro que se produce por la combustión incompleta de compuestos de carbono, consecuentemente pueden verterlo al aire los vehículos automotores y la industria, aunque en menor escala; algunos procesos naturales son capaces de emitirlo, tales como los incendios forestales o su emisión de los procesos naturales que se llevan a cabo en los océanos. Mención especial debe hacerse de la acumulación intramuros por procesos domésticos y el hábito de fumar.

El efecto dañino potencial principal de este contaminante lo constituye su afinidad para combinarse con la hemoglobina dando lugar a una elevada formación de carboxihemoglobina y como consecuencia, disminuye la cantidad de oxihemoglobina y por ende la entrega de oxígeno a los tejidos.

El riesgo de la exposición al CO varía desde el efecto de pequeñas cantidades atmosféricas en individuos que padecen deficiencias circulatorias (siendo particularmente susceptibles los enfermos con angina de pecho, así como aquellos con arteriosclerosis), hasta una intoxicación aguda por inhalación de grandes cantidades del contaminante en espacios cerrados y/o en un lapso de tiempo corto.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por monóxido de carbono.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-CCAM-001-ECOL /1993 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1ppm = 1145^oug/m³)

3.3 µg/m³

microgramo por metro cúbico.

4. Especificaciones

La concentración de monóxido de carbono, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de 11.00 ppm o lo que es equivalente a 12,595 µg/m³ en promedio móvil de ocho horas una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-PA-CCAM-001/93 que establece los métodos de medición para determinar la concentración de monóxido de carbono en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Carbon Monoxide. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 210-220, 1987.

Fernández - Bremauntz, Adrian A. Commuters' exposure to carbon monoxide in the metropolitan area of Mexico City. 1993 (Tesis).

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL PLOMO (Pb). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE PLOMO (Pb) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El plomo es uno de los metales pesados más difusamente distribuidos en toda la superficie de la Tierra y consecuentemente el riesgo de exposición de la población en general es muy variado.

Una de las maneras como se ha utilizado de forma particularmente frecuente es como tetraetilo de plomo (antidetonante de las gasolinas) y de ahí su vertimiento a la atmósfera.

El plomo puede ingresar al organismo por vía digestiva, riesgo más frecuente por la ubicuidad de sus aplicaciones o bien, por vía respiratoria, riesgo menos frecuente pero más directo; de la primera vía se absorbe el 10%, de la respiratoria se puede absorber hasta el 40%.

El plomo es capaz de dar lugar a intoxicación aguda o bien acumularse de manera crónica en dientes, huesos y sistema hematopoyético. Se le asocia a alteraciones en el desarrollo del sistema nervioso central así como a interferencia con los mecanismos de defensa del organismo donde participe el sistema retículo endotelial.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de plomo en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de la población.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por plomo.

2. Referencias

Las que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de plomo en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de plomo, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el valor permisible de $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en un periodo de tres meses promedio aritmético, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

Los que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de plomo en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma Oficial Mexicana concuerda con las siguientes normas internacionales:

WHO. Lead Standard

40 CFR PART 50-National Primary And Secondary Ambient Air Quality Standards. 50.12 National primary and secondary ambient air quality standards for lead.

7. Bibliografía

Lead. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 243-261, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-83-028 aF.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-83-028 bF.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-83-028 cF.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Lead. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume IV report No. EPA 600/8-83-028 dF.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

Schwartz-BS; Bolla-KI; Stewart-W; Ford-DP; Agnew-J; Frumkin-H Decrements in neurobehavioral performance associated with mixed exposure to organic and inorganic lead. Am-J-Epidemiol. 1993 May 1; 137 (9): 1006-21

Dietrich-KN; Berger-OG; Succop-PA Lead exposure and the motor developmental status of urban six-year-old children in the Cincinnati Prospective Study (see comments). Pediatrics. 1993 Feb; 91 (2): 301-7

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación .Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-022-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL BIOXIDO DE AZUFRE (SO₂). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE BIOXIDO DE AZUFRE (SO₂) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de protección al ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El bióxido de azufre se genera tanto de fuentes naturales, como de la combustión de compuestos ricos en azufre. Es hidrosoluble y al hidrolizarse da lugar a ácidos lo que le confiere sus características potencialmente agresoras.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Se asocia con la humedad de las mucosas conjuntival y respiratoria; constituye un riesgo en la producción de irritación e inflamación aguda o crónica; suele asociarse también con las partículas suspendidas (PST) y dar lugar a un riesgo superior, puesto que su acción es sinérgica.

Esta combinación, bióxido de azufre/partículas suspendidas totales (SO₂/PST), en condiciones favorables para su acumulación y permanencia en la atmósfera, ha sido la responsable de episodios poblacionales, así como del incremento de la morbilidad y la mortalidad en enfermos crónicos del corazón y vías respiratorias.

Los valores criterio de la calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de azufre.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las normas oficiales mexicanas:

NOM-CCAM-005-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1 ppm = 2620 µg/m³)

3.3 µg/m³

microgramo por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de bióxido de azufre como contaminante atmosférico no debe rebasar el límite máximo normado de 0.13 ppm o lo que es equivalente a 341 µg/m³, en 24 horas una vez al año y 0.03 ppm (79 µg/m³) en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-005-ECOL /1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de azufre en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series ; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D. O. F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

Waller-RE; Commins-BT; Lawther-PJ. Air pollution in a city street. 1965 (classical article). Br-J-Ind-Med. 1993 Aug; 50(8):128-38.

Mackenbach-JP; Looman-CW; Kunst-AE Air pollution, lagged effects of temperature, and mortality: The Netherlands 1979-87. J-Epidemiol-Community-Health. 1993 Apr; 47 (2): 121-6

Spix C; Heinrich J; Dockery D; Schwartz J; Volksch G; Schwinkowski K; Cöllen CH ; Wichmann. Air Pollution and Daily Mortality in Erfurt, East Germany, 1980-1989. Environ-Health Perspect. 1993 101 (6): 518-526.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trienal.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación .

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D. F., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO AL BIOXIDO DE NITROGENO (NO₂). VALOR NORMADO PARA LA CONCENTRACION DE BIOXIDO DE NITROGENO (NO₂) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989 - 1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

El bióxido de nitrógeno (NO₂) se deriva de los procesos de combustión, siendo ésta la fuente principal de su vertimiento a la atmósfera.

Es un contaminante primario y juega un doble papel en materia medio ambiental ya que se le reconoce efecto potencialmente dañino de manera directa, pero también es uno de los precursores del ozono.

La acumulación de bióxido de nitrógeno (NO₂), en el cuerpo humano, constituye un riesgo para las vías respiratorias ya que se ha comprobado que: inicia, reactiva y puede alterar la capacidad de respuesta de las células en el proceso inflamatorio, como sucede con las células polimorfonucleares, macrófagos alveolares y los linfocitos, siendo más frecuente en casos de bronquitis crónica.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por bióxido de nitrógeno.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las normas oficiales mexicanas:

NOM-CCAM-004-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 ppm

partes por millón

(1 ppm = 1880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramo por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-004-ECOL/1993. Establece los métodos de medición para determinar la concentración de bióxido de nitrógeno en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7. Bibliografía

Nitrogen Dioxide. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series ; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 297-314, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Air Quality Criteria Document for Ozone and Other Photochemical Oxidants. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-84-020 aF.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Review of the National Ambient Air Quality Standards for Nitrogen Oxides: Assessment of Scientific and Technical Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Air Quality; EPA report No. EPA 450/5-82-002.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989. 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población. Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-025-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A LAS PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM10). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS MENORES DE 10 MICRAS (PM10) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de Efectos del Ambiente en la Salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990-1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

Las partículas suspendidas son producto de una gran cantidad de procesos naturales o antropogénicos y consecuentemente el riesgo que constituyen, depende de algunas de sus múltiples características.

Se les considera capaces de bloquear los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, a nivel de vías aéreas superiores y alvéolos.

Por su contenido de metales pesados, si es el caso, dan lugar a los cuadros específicos correspondientes.

Se asocian con mucha frecuencia con elementos ácidos con los que se sinergiza su efecto dañino potencial y finalmente pueden acarrear elementos biológicos que van desde pólenes hasta bacterias, hongos y virus.

El riesgo sanitario lo constituyen aparte de su concentración, tiempo de exposición y sus características físicas; los individuos susceptibles por excelencia son aquellos que son portadores de una enfermedad respiratoria crónica que haya dado lugar principalmente a daños del sistema mucociliar.

Las fuentes emisoras de partículas son tanto naturales, como antropogénicas, por la quema de combustibles fósiles en vehículos y procesos industriales; además, las partículas también se pueden formar a partir de gases.

Los vapores de los metales pesados tienden a condensarse sobre la superficie de las partículas. Por otro lado, pueden servir como núcleos de condensación del agua y de otros vapores con lo cual se producen microgotas, en las que pueden ser transportados gases higroscópicos, aumentando el efecto agresor de las partículas.

Su tamaño es la característica física más importante para determinar su toxicidad. Las partículas que miden más de 10 micrómetros se retienen básicamente en las vías respiratorias superiores. Las que miden menos de 10 micrómetros predominan en la fracción respirable y penetran hasta el espacio alveolar del pulmón.

Las partículas menores de 10 micrómetros tienen un efecto indirecto sobre el aparato respiratorio, pues adsorben agentes microbiológicos (virus, bacterias, hongos, pólenes, etc.) en su superficie y los transportan al pulmón.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1 Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por partículas menores de 10 micras.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con las Normas Oficiales Mexicanas que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de partículas menores de 10 micras, como contaminantes atmosféricos, no deben rebasar el límite permisible de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas una vez al año y $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba Los que determine la Secretaría de Desarrollo Social para establecer los métodos de medición para determinar la concentración de partículas menores de 10 micras en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

40 CFR PART 50-National Primary And Secondary Ambient Air Quality Standards. 50.6 National primary and secondary ambient air quality standards for particulate matter.

6. Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989, 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

C. Arden PC; Schwartz J; Ransom RM. Daily Mortality and PM10 Pollution in Utah Valley. Arch-Environ-Health. 1992 May/June 47(3): 211-217

Dockery WD; Schwartz J; Spengler D. Air Pollution and Dially Mortality: Associations with Particulates and Acid Aerosols. Environ-Res. 1992 59 : 362-373.

Fairley D. The Relationship of Daily Mortality to Suspended Particulates in Santa Clara Country, 1980-1986. Environ-Health-Perspect. 1990 89:159-168.

7. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trienal.

10. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-024-SSA1-1993. "SALUD AMBIENTAL. CRITERIO PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AIRE AMBIENTE, CON RESPECTO A LAS PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST). VALOR PERMISIBLE PARA LA CONCENTRACION DE PARTICULAS SUSPENDIDAS TOTALES (PST) EN EL AIRE AMBIENTE, COMO MEDIDA DE PROTECCION A LA SALUD DE LA POBLACION".

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Salud.

FILIBERTO PEREZ DUARTE, Director General de Salud Ambiental, por acuerdo del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario, con fundamento en los artículos 39 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 8o. fracción IV y 25 fracción V del Reglamento Interior de la Secretaría de Salud.

0. Introducción

El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994, señala que la contaminación atmosférica ha sido producto del proceso de la industrialización, así como de las grandes concentraciones urbanas, primordialmente por la emisión de humos, polvos y gases provenientes de fuentes móviles y fijas. Para prevenir, restablecer y mantener la calidad de aire, se realizarán acciones para reducir la emisión de contaminantes.

La Ley General de Salud, contempla que en materia de efectos del ambiente en la salud, las autoridades sanitarias establecerán las normas, tomarán medidas y realizarán las actividades a que se refiere esta Ley tendientes a la protección de la salud humana ante los riesgos y daños dependientes de las condiciones del ambiente, así como determinar, para los contaminantes atmosféricos, los valores de concentración máxima permisible para el ser humano.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de prevención y control de la contaminación de la atmósfera, señalan que la calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y regiones del país, y que la Secretaría de Desarrollo Social, expedirá, en coordinación con la Secretaría de Salud en lo referente a la salud humana, las normas oficiales mexicanas correspondientes, especificando los niveles permisibles de emisión e inmisión por contaminante y por fuente de contaminación, de acuerdo con el reglamento respectivo.

El Programa Nacional para la Protección del Medio Ambiente 1990 - 1994 dicta que en materia de Protección al Ambiente se cuente con los conocimientos científicos y técnicos que permitan incorporar en los procesos productivos, tecnologías que reduzcan al mínimo el impacto sobre el medio ambiente, así como definir e incluir criterios ecológicos para regular y optimizar las actividades productivas.

Como partículas suspendidas totales se considera a la contaminación del aire provocada por material sólido o líquido finamente particulado.

Son producto de una gran cantidad de procesos naturales o antropogénicos y consecuentemente el riesgo que constituyen depende de algunas de sus múltiples características por un lado y por otro su constitución específica, pero más en la capacidad de absorber elementos adicionales y aun la posibilidad de absorción de elementos xenobióticos.

Se les considera capaces de bloquear los mecanismos de defensa del aparato respiratorio, tanto a nivel de vías aéreas superiores como en bronquios y en alvéolos.

Por su contenido de metales pesados, si es el caso, dan lugar a los cuadros específicos correspondientes (plomo, cadmio.)

Se asocian con mucha frecuencia con elementos ácidos con los que se sinergiza su efecto dañino potencial y finalmente pueden acarrear elementos biológicos que van desde pólenes hasta bacterias, hongos y virus.

El riesgo sanitario lo constituyen aparte de su concentración y tiempo de exposición, las características propias descritas y los individuos susceptibles por excelencia son aquellos que son portadores de una enfermedad respiratoria crónica que haya dado lugar principalmente a daños del sistema mucociliar.

Los valores criterio de calidad del aire, establecen límites sobre concentraciones de diversos contaminantes, con base en la protección de la salud de la población, iniciando con la más susceptible, y son parámetros de vigilancia de la calidad del aire ambiente. Establecen la referencia para la formulación de programas de control y evaluación de los mismos.

1. Objetivo y campo de aplicación

1.1 Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece el valor permisible para la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente.

1.2 Campo de aplicación

Aplicable en todo el territorio mexicano.

Aplicable en las políticas de saneamiento ambiental en lo referente a la salud humana.

Aplicable en actividades o situaciones ambientales que causen o puedan causar riesgos o daños a la salud de las personas.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Aplicable para el desarrollo de investigación permanente y sistemática de los riesgos y daños que, para la salud de la población, origine la contaminación ambiental por partículas suspendidas totales.

2. Referencias

Esta Norma se complementa con la Norma Oficial Mexicana:

NOM-CCAM-002-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

3. Definiciones

3.1 Aire ambiente

Atmósfera en espacio abierto

3.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

microgramos por metro cúbico

4. Especificaciones

La concentración de partículas suspendidas totales como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo permisible de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en 24 horas, en un período de un año y $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en una media aritmética anual, para protección a la salud de la población susceptible.

5. Métodos de prueba

NOM-CCAM-002-ECOL/1993, que establece los métodos de medición para determinar la concentración de partículas suspendidas totales en el aire ambiente y los procedimientos para la calibración de los equipos de medición.

6. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma no tiene concordancia con normas internacionales.

7 Bibliografía

Sulfur Dioxide and Particulate Matter. Air Quality Guidelines for Europe. WHO regional publications. European series; No. 23 ISBN 92-890-1114-9, 338-360, 1987.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume I report No. EPA 600/8-82-029 a.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume II report No. EPA 600/8-82-029 b.

U.S. Environmental Protection Agency (1982) Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA Volume III report No. EPA 600/8-82-029 c.

U.S. Environmental Protection Agency (1986) Second Addendum to Air Quality Criteria Document for Particulate Matter and Sulfur Oxides (1982): Assessment of Newly Available Health Effects Information. Research Triangle Park, N.C. Office of Health and Environmental Assessment, Environmental Criteria and Assessment Office; EPA report No. EPA 600/8-86-020 F.

Efectos del ambiente en la salud. Capítulo IV, Ley General de Salud, D.O.F. Febrero de 1984, 56-57.

Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994. D. O. F. Mayo de 1989, 56-57.

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera. D.O.F. Enero de 1988.

Rivero S.O. y Cols. Contaminación atmosférica y enfermedad respiratoria. Biblioteca de la Salud. 1993.

Urban Air Pollution in Megacities of the World. Blackwell. WHO/UNEP.

8. Observancia de la Norma

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia para las autoridades federales y locales, que tengan a su cargo la vigilancia y evaluación de la calidad del aire, con fines de protección a la salud de la población.

Dentro del plazo de 180 días naturales posteriores a la publicación de esta Norma Oficial Mexicana, los gobiernos de las entidades federativas propondrán los planes para la verificación, seguimiento y control de los valores establecidos.

Las autoridades competentes, en el ámbito de sus atribuciones, vigilarán la observancia de la presente Norma Oficial Mexicana.

La revisión de la presente Norma Oficial Mexicana deberá realizarse con periodicidad trianual.

9. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor con su carácter obligatorio, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, DF., a 18 de agosto de 1994.- El Director General de Salud Ambiental, Filiberto Pérez Duarte.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-047-ECOL-1993, QUE ESTABLECE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO Y EL PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN PARA LA VERIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES, PROVENIENTES DE LOS VEHÍCULOS AUTOMOTORES EN

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

CIRCULACION CON GASOLINA, GAS LICUADO DE PETROLEO, GAS NATURAL U OTROS COMBUSTIBLES ALTERNOS.¹

(Publicada en el D.O.F. de fecha 22 de octubre de 1993)

P R E F A C I O

En la elaboración de esta norma oficial mexicana participaron:

- SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL
 - . Instituto Nacional de Ecología
 - . Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
- SECRETARIA DE ENERGIA, MINAS E INDUSTRIA PARAESTATAL
 - . Subsecretaría de Energía
- SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
 - SECRETARIA DE SALUD
 - . Dirección General de Salud Ambiental
- SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL
 - GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
 - . Secretaría de Ecología
- CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE LA TRANSFORMACION
- CONFEDERACION PATRONAL DE LA REPUBLICA MEXICANA
 - DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL
 - . Dirección General de Proyectos Ambientales
 - INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
 - PETROLEOS MEXICANOS
 - . Auditoría de Seguridad Industrial, Protección Ambiental y Ahorro de Energía
 - . Gerencia de Protección Ambiental y Ahorro de Energía
 - . Pemex-Gas y Petroquímica Básica
 - . Gerencia de Seguridad Industrial y Protección Ambiental
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AUTOBUSES, CAMIONES Y TRACTOCAMIONES, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE PRODUCTORES DE AGUAS ENVASADAS, S.A. DE C.V.
 - ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ, A. C.
 - KENWORTH DE MEXICO, S.A. DE C.V.
 - MERCEDES BENZ DE MEXICO

1. OBJETO

Esta norma oficial mexicana establece las características del equipo y el procedimiento de medición, para la verificación de los niveles de emisión de contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación equipados con motores que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, cuyos límites máximos permisibles están determinados por la norma oficial mexicana correspondiente.

2. CAMPO DE APLICACION

Esta norma oficial mexicana es de observancia obligatoria en el establecimiento y la operación de centros de verificación vehicular.

3. REFERENCIAS

NMX-AA-23 Terminología.

4. DEFINICIONES

4.1 Automóvil

El vehículo automotor para el transporte hasta de 10 personas.

4.2 Camión ligero

El vehículo automotor con o sin chasis, para el transporte de efectos o de más de 10 personas, con peso bruto vehicular entre 2,727 y 7,272 kilogramos.

4.3 Centro de verificación

Las instalaciones o local establecido por las autoridades competentes o autorizado por éstas, en el que se lleve a cabo la medición de las emisiones contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación.

4.4 Gas patrón

El gas o mezcla de gases de concentración conocida y certificada por el fabricante de los mismos, que se emplea para la calibración de equipos de medición de concentración de contaminantes atmosféricos y para la certificación de la calibración.

4.5 Marcha cruceo

¹ La nomenclatura de esta norma oficial mexicana está en términos del Acuerdo por el que se reforma la nomenclatura de 58 Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 29 de noviembre de 1994.

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Las condiciones de operación de un vehículo con la transmisión en neutral y con el motor encendido con aceleración y sin la aplicación externa de carga.

4.6 Marcha lenta en vacío

Las condiciones de operación de un vehículo con el motor encendido sin aceleración y dentro del rango de revoluciones especificado por el fabricante.

4.7 Motor de ciclo Otto

Un conjunto de componentes mecánicos que transforman energía calorífica en energía cinética vía la combustión discontinua de una mezcla combustible-aire en una o más cámaras cuyos volúmenes son modificados por el movimiento de pistones o rotores. El proceso de combustión es iniciado por una fuente externa de ignición.

4.8 Peso bruto vehicular

El peso real del vehículo automotor expresado en kilogramos, sumado al de su máxima capacidad de carga conforme a las especificaciones del fabricante y al de su tanque de combustible lleno.

4.9 Prueba estática

Las condiciones de prueba de un vehículo, consistente en marcha lenta en vacío y marcha crucero como se especifica en esta norma.

4.10 Prueba dinámica

Las condiciones de prueba de un vehículo, consistente en marcha lenta en vacío y marcha con carga como se especifica en esta norma.

4.11 Temperatura normal de operación

La alcanzada en el motor y en el tren de fuerza del vehículo, después de operar un mínimo de 10 minutos o alcanzar 60 grados centígrados de temperatura en el aceite del motor.

4.12 Vehículo comercial

El vehículo automotor con o sin chasis, para el transporte de efectos o de más de 10 personas, con peso bruto vehicular de hasta 2,727 kilogramos.

4.13 Vehículo de uso múltiple o utilitario

El vehículo automotor para el transporte de efectos o hasta de 10 personas con peso bruto vehicular de más de 2,727 kgs.

4.14 Vehículo automotor

El vehículo de transporte terrestre que se utiliza en la vía pública, tanto de carga como de pasajeros, propulsado por su propia fuente motriz.

4.15 Vehículo en circulación

El vehículo automotor que transita por la vía pública.

4.16 Vehículo de uso intensivo

4.16.1 Los vehículos automotores destinados al uso público y que prestan servicios de transporte de pasajeros o de carga;

4.16.2 Los vehículos automotores que prestan servicios a las dependencias y entidades de la administración pública federal y a los gobiernos del Distrito Federal, de las entidades federativas y de los municipios;

4.16.3 Los vehículos automotores de uso mercantil destinados al servicio de negociaciones mercantiles o que constituyan instrumento de trabajo;

4.16.4 Los vehículos automotores que prestan servicios de transporte de empleados y escolares; y

4.16.5 Los vehículos automotores convertidos al uso de gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos destinados a cualquier servicio.

4.17 Zona Metropolitana de la Ciudad de México

El área integrada por las 16 Delegaciones Políticas del Distrito Federal y los siguientes 17 municipios del Estado de México: Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Chalco de Covarrubias, Chimalhuacán, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, La Paz, Naucalpan de Juárez, Nezahualcóyotl, San Vicente Chicoloapan, Nicolás Romero, Tecámac, Tlalnepantla y Tultitlán.

5. ESPECIFICACIONES

5.1 Los métodos para medir las emisiones provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, son los que a continuación se especifican:

5.1.1 Emisiones por el escape

El método debe ser el de prueba estática, a excepción de la zona metropolitana de la Ciudad de México, en donde el método que se debe aplicar a los automóviles, vehículos comerciales y vehículos ligeros que se clasifiquen de uso intensivo, es el de prueba dinámica.

5.1.2 Emisiones Evaporativas

En la zona metropolitana de la Ciudad de México, el método que se debe aplicar a los vehículos automotores que usan gasolina u otros combustibles alternos líquidos y que cuentan con tapón roscado del tanque de combustible, es la prueba del tapón del tanque de combustible.

Se debe realizar una prueba de sellado del tapón del tanque del combustible con un dispositivo, donde se medirá la caída de presión en pulgadas de agua según los límites de la norma correspondiente.

5.1.3 Fechas de aplicación

ENERGÉTICOS ALTERNATIVOS PARA MÉXICO

Las fechas de aplicación de las pruebas anteriormente especificadas para la zona metropolitana de la Ciudad de México, son las que se establecen en la tabla 1.

Tabla 1

Tipo de Prueba	Para Medir	Año de Aplicación en vehículo de:	
		Uso intensivo	Uso No Intensivo
Prueba Estática	HC, CO, O ₂ y Dilución	No aplica	Inmediato
Prueba Dinámica en Dinamómetro a carga constante	HC, CO, O ₂ y Dilución	Inmediato	1997
Sellado de Tapón del Tanque del Combustible	Fugas	1995	1995
Prueba Dinámica en Dinamómetro a carga variable	HC, CO, O ₂ , NO _x y Dilución	1999	No Aplica

5.2 Preparación del equipo para la prueba.

Se debe llevar a cabo una preparación del equipo antes de iniciar el procedimiento de medición.

Por lo que toca al equipo, el técnico deberá:

5.2.1 Operarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante.

5.2.2 Calibrarlo de acuerdo con las indicaciones del manual del fabricante y las especificaciones contenidas en esta norma.

5.2.3 Eliminar de los filtros y de la sonda cualquier partícula extraña y/o agua o humedad que se acumule.

5.3 Revisión visual del vehículo antes de la prueba.

5.4 Las condiciones que debe reunir el vehículo para someterlo al procedimiento de medición previsto en esta norma son:

5.4.1 El técnico debe revisar que los componentes de emisiones y elementos de diseño que han sido incorporados o instalados en el vehículo por el fabricante del mismo con el propósito de cumplir con las normas de control de emisiones aplicables a la unidad no han sido:

5.4.1.1. Retirados del sistema de control de emisiones del vehículo.

5.4.1.2. Alterados para que el sistema de control de emisiones no funcione correctamente.

5.4.1.3. Reemplazados con un componente que no fue vendido por su fabricante para este uso.

5.4.1.4. Reemplazados con un componente que no tiene la capacidad de conectarse a otros componentes de control de emisiones.

5.4.1.5. Desconectados aunque el componente esté presente y montado correctamente al vehículo.

5.4.2 El técnico debe asegurar que el escape del vehículo se encuentre en perfectas condiciones de funcionamiento y que no tenga ninguna salida adicional a las de diseño que provoque una dilución de los gases del escape o una fuga de los mismos.

5.4.3 Los siguientes dispositivos del vehículo deben encontrarse en buen estado y operando adecuadamente:

Filtro de aire, tapón del depósito de aceite y del tanque de gasolina, nivel de aceite del cárter sistema de ventilación del mismo, filtro de carbón activado y mangueras de conexión al motor y al tanque.

5.5 Preparación del vehículo para la prueba

Se debe llevar a cabo una preparación del vehículo antes de iniciar la prueba de medición. Por lo que toca al vehículo, el técnico deberá:

5.5.1 Revisar que el control manual del ahogador no se encuentre en operación.

5.5.2 Revisar que los accesorios del vehículo estén apagados. Esto incluye las luces y aire acondicionado.

5.5.3 Asegurarse que el motor del vehículo funcione a su temperatura normal de operación.

5.5.4 Asegurarse que en el caso de transmisiones automáticas, el selector se encuentre en posición de estacionamiento o neutral, y en el caso de transmisiones manuales o semiautomáticas, que dicho selector este en neutral y sin presionar el pedal del embrague.