



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**Una Estrategia Regional de Innovación  
en México, Biomasa: una forma  
renovable y sustentable (2000-2007)**

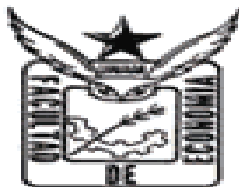
**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**ECONOMISTA**

**PRESENTA:**

**DIANA LIZBETH GUZMÁN MUÑOZ**



**DIRECTORA DE TESIS: Mtra. MARÍA LUISA DÍAZ  
GUTIÉRREZ**

**Mayo del 2008**



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.

## AGRADECIMIENTOS

Dedico este trabajo de investigación a mi madre quien siempre ha estado como mi principal apoyo, a mis hermanos para que prosigan el trayecto de sus vidas de modo constructivo y felices.  
A las personas cuya compañía y cariño me alienta en el trayecto del aprendizaje, y de la reflexión.  
A mi directora de tesis, Mtra. Maria Luisa Díaz Gutiérrez por su calidad humana y profesional.

## ÍNDICE TEMÁTICO

### INTRODUCCIÓN

|   |               |
|---|---------------|
| <b>CAPITULO I: MARCO TEÓRICO</b>  | <b>- 9 -</b>  |
| 1.1 <i>Teoría del Desarrollo Sustentable</i>  | - 13 -        |
| 1.2 <i>Ventaja Competitiva: Modelo del Diamante de Michael Porter</i>                     | - 17 -        |
| 1.3 <i>Competitividad Sistémica: Estrategias de Desarrollo Local, Regional y Nacional</i> | - 21 -        |
| 1.4 <i>Servicios Ambientales</i>  | - 25 -        |
| <b>CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE ENERGÍAS RENOVABLES (ER) EN MÉXICO</b>     | <b>- 30 -</b> |
| 2.1 <b>Tamaño del mercado y sus segmentos</b>   | - 31 -        |
| 2.1.1 <i>Petróleo</i>   | - 32 -        |
| 2.1.2 <i>Carbón</i>   | - 35 -        |
| 2.1.3 <i>Gas Natural</i>  | - 37 -        |
| 2.1.4 <i>Energías Renovables</i>  | - 40 -        |
| <b>CAPITULO III: ¿QUÉ ES LA BIOMASA?</b>  | <b>- 48 -</b> |
| 3.1 <i>Generación y formación de la energía renovable: Biomasa</i>                        | - 48 -        |
| 3.2 <i>Tipos de Biomasa.</i>  | - 51 -        |
| 3.3 <i>Combustibles Derivados de la Biomasa</i>   | - 53 -        |
| 3.4 <i>Tecnologías para la obtención de energía de Biomasa</i>                            | - 55 -        |
| 3.5 <i>Tecnologías para la generación de energía de Biomasa</i>                           | - 56 -        |
| <b>CAPITULO IV: BIOMASA: RAZONES QUE IMPULSAN SU UTILIZACIÓN</b>                          | <b>- 59 -</b> |
| 4.1.1 <i>Razones para la utilización de Biomasa en México</i>                             | - 60 -        |
| 4.1.2 <i>Razones Comerciales</i>  | - 64 -        |
| 4.1.3 <i>Razones empresariales para la utilización de la Biomasa</i>                      | - 66 -        |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>4.2 Los beneficios generados en Brasil, Unión Europea, Estados Unidos y China como modelo a seguir en México</b>                                  | <b>- 69 -</b>  |
| <b>4.3 La Biomasa: una opción para los países en desarrollo</b>  | <b>- 79 -</b>  |
| <b><i>PROPUESTA: LA BIOMASA, UNA ESTRATEGIA REGIONAL DE INNOVACIÓN EN MÉXICO</i></b>   | <b>- 86 -</b>  |
| <b>A. Aprovechamiento y manejo de la Biomasa en estados de la República Mexicana</b>   | <b>- 94 -</b>  |
| <i>A.1 Análisis y características de la unidad geográfica determinada.</i>   | <i>- 94 -</i>  |
| <i>A. 2 Otros Estados también productores de biocombustibles</i>   | <i>- 99 -</i>  |
| <i>A. 3 Normatividad para impulsar el uso adecuado de la Biomasa</i>   | <i>- 104 -</i> |
| <i>A. 4 Incursionar en la Innovación ambiental recurriendo a las nuevas tecnologías</i>  | <i>- 110 -</i> |
| <i>A.5 Asociación de regiones</i>  | <i>- 113 -</i> |
| <i>A.6 Fomentar la conciencia de la población sobre nuevas formas de vida.</i>   | <i>- 118 -</i> |
| <b>B. Limitantes</b>   | <b>- 119 -</b> |
| <i>B.1 Costos.</i>   | <i>- 119 -</i> |
| <i>B.2 Marco institucional y legal.</i>  | <i>- 121 -</i> |
| <i>B.3 Desconocimiento.</i>  | <i>- 122 -</i> |
| <i>B.4 Recursos humanos.</i>   | <i>- 123 -</i> |
| <b>C. El estado mexicano frente a la rentabilidad que representa la biomasa como energía alternativa para lograr un mayor desarrollo industrial.</b> | <b>- 124 -</b> |
| <b>CONCLUSIONES</b>  | <b>- 133 -</b> |
| <b>ANEXOS</b>  | <b>- 124 -</b> |
| <b>GLOSARIO</b>  | <b>- 137 -</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b>  | <b>- 143 -</b> |

## INTRODUCCIÓN

La continua expansión de las actividades de la población, así como el incremento de las actividades económicas, presiona a los ecosistemas. El cambio climático, ocasionado por la acumulación en la atmósfera de gases derivados del uso excesivo de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas), es la mayor amenaza que enfrenta el ambiente y la sociedad en nuestro planeta, siendo los sectores más afectados la agricultura, la ganadería, la silvicultura y la pesca.

Dicha problemática aumenta ante la ausencia de políticas y estrategias conducentes. Aquí radica precisamente el mérito del debate en torno a lo sustentable: explicar y subrayar la existencia de una problemática en extremo aguda que, en consecuencia exige atención en la trayectoria de la relación entre las actividades económicas y los ciclos ambientales.

Por ello, el trabajo que a continuación se presenta en torno a la Biomasa, pretende analizar la necesidad contundente del impulso de las energías alternativas, como medio para aminorar los perjuicios del sistema energético actual relacionados con la creciente demanda de energía en el mundo, los altos precios del petróleo y el agotamiento de las reservas de hidrocarburos. Indicando que es urgente desarrollar fuentes alternativas como la Biomasa, y dicho referente de energía está en buena posición para responder.

*La hipótesis sobre la cual parte el tema de estudio, se sustenta en que: la potencialidad de algunas regiones de México como productoras de Biomasa, es enorme y está siendo desaprovechada por la falta de una base científica y tecnológica a nivel local, regional y nacional. Es posible insertar a México en el uso de energías renovables - específicamente con la Biomasa-, a través de una estrategia local, regional y nacional de innovación. Permitiendo a México ser uno de los principales países productores y consumidores de **Biomasa, un energético tan valioso como el petróleo**. Con lo cual, dentro del territorio se impulsaría una reducción estratégica de la excesiva dependencia del petróleo a través de encontrar sustitutos de este energético por medio de los*

*recursos biológicos y obtener beneficios de la incorporación al mercado de las energías renovables.*

La investigación está centrada en el lapso que comprende de 2000 a 2007, ya que las reservas de petróleo se ubican en las más bajas de los últimos 20 años, con una vida útil de 10 años al ritmo de explotación; lo cual plantea en el futuro próximo, graves problemas para satisfacción de la demanda interna de energía, la obtención de divisas y la generación de empleos, etc.

De acuerdo a la elaboración del estudio se decidió trabajar conforme a los siguientes objetivos generales:

- Explicar y definir a la Energía de la Biomasa, su ciclo y flujo autónomo.
- Analizar si puede ser considerada en México, la Biomasa, una opción para las necesidades económicas y ambientales del país.
- Conocer las principales técnicas de explotación de la Biomasa en México y a nivel mundial.
- Conocer la importancia de la Biomasa en el ámbito internacional en materia de Energías Alternativas.
- Analizar los diferentes niveles de investigación, aprovechamiento y producción de la Biomasa en países como: Brasil, la Unión Europea, Estados Unidos y China, como un factor determinante para promover el desarrollo regional y sustentable para el futuro de México.

Los objetivos particulares que se persiguen con este trabajo son:

- Analizar la estructura del mercado de las Energías Renovables (ER) haciendo énfasis en la Biomasa.
- Dar a conocer los antecedentes y las razones que impulsan la utilización de la Biomasa en México ante los perjuicios del sistema energético actual.
- Analizar la importancia del diseño bioclimático en algunos estados del territorio mexicano: Chiapas, Distrito Federal, Hidalgo, Oaxaca, Michoacán, Hidalgo y Tlaxcala.
- Identificar y conocer las principales tecnologías de aplicación dedicadas al aprovechamiento de esta energía alternativa instalada en la actualidad.

- Plantear una posible estrategia regional de innovación en México sustentada en el aprovechamiento y el manejo de la Biomasa.

La estructura del trabajo se conforma de distintos apartados. El primer capítulo ubica el origen de la utilización y desenvolvimiento de las energías renovables en el contexto nacional e internacional. Consecutivamente se presentan las vertientes teóricas que respaldan este estudio: la teoría del Desarrollo Sustentable, el enfoque de la ventaja competitiva, proposiciones sobre la competitividad sistémica y los Servicios Ambientales. El segundo capítulo, expone de manera general las características del mercado de Energías Renovables en México, donde se explica, el marco social o las perspectivas de desarrollo de las fuentes de energía (eólica, solar, biomasa, geotérmica e hidráulica), teniendo en cuenta que el país es calificado uno de los principales países contaminantes como emisor de gases y el agotamiento de los hidrocarburos.

En el tercer capítulo se realizó una descripción referencial desde la óptica económica sobre la generación y formación de la energía renovable; resaltando la definición propia de la Biomasa desde distintos puntos de vista. Subrayando los tipos de biomasa hasta ahora clasificados y los principales combustibles derivados de los aparatos dedicados a la captación, transmisión y gestión necesarios para producir esta tecnología.

Los siguientes apartados, dejan atrás la descripción y desarrollan una visión que pretende señalar en conjunto el mejoramiento del sistema energético actual o transitar a un nuevo paradigma energético, este último a través de la producción de la Biomasa; enmarcando apartados como:

Las razones que impulsan la utilización de la Biomasa en México donde se identifica la necesidad de la utilización de las energías alternativas por razones económicas y comerciales. Otro apartado registra, la utilización y el empleo de la Biomasa en países como: Unión Europea, Estados Unidos, China, Brasil, entre otros, y da pauta a contrastar, los niveles de vida y satisfacción que se lograrían o se mejorarían, a través del manejo de esta tecnología en México.



En el ámbito internacional, los países emergentes coinciden en la problemática de reducir la dependencia directa o indirectamente del petróleo utilizando estratégicamente los recursos biológicos de que disponen. Por tanto, se prevé que los sectores dinámicos de los países dependientes de este recurso puedan dinamizarse y ser más competitivos para ser dirigidos al exterior.

La propuesta una estrategia regional de innovación en México analiza las perspectivas de algunos estados productores de Biomasa. Se propone un caso de alianza estratégica o región asociativa en México, considerando los avances en la colaboración así como los retos y conflictos resultantes del proceso de interacción. Enseguida, se retoma la parte referida a la normatividad o marco institucional, donde se vislumbra un horizonte poco claro por el desconocimiento en el tema, por la ausencia de capacitación e innovación tecnológica y la falta de planeación en asumir costos con la intervención y participación del Estado. Ello a su vez, no ha permitido sentar las bases para la incorporación de un programa y la tecnología, aún cuando es necesario.

Finalmente, la rentabilidad de la biomasa plantea cómo puede ser provechosa a nivel local y regional, sobre todo para los entes económicos empresariales y el Estado.

Si bien las conclusiones por la naturaleza del tema no son definitivas, sí constituyen un conjunto de premisas que sustentan el análisis de la temática como son: una serie de reflexiones del porqué es importante revalorar el restablecimiento de los ciclos naturales; el mejoramiento del sistema energético actual; la creación de nuevos mercados generadores de energías renovables; la generación de nuevas tecnologías; la conquista de nuevos mercados para la generación de un mejor nivel de competitividad, de eficiencia y de productividad en México. Impulsar y revalorar a principios de siglo XXI, todos aquellos proyectos sustentables que reducen el daño ambiental, particularmente como lo es la Biomasa; pero sobre todo, impulsar un mejor nivel de conciencia del hombre sobre sí mismo, su entorno de vida, y la colectividad.

CAPITULO I  
MARCO TEÓRICO

## CAPITULO I: MARCO TEÓRICO

Las perspectivas de energía renovable no son más, simples formulaciones. Desde 1970 hasta inicios del siglo XXI, han pasado a ser parte activa de innumerables discusiones y se perfilan en la identificación y sistematización de varios estudios recientes de desarrollo, innovación y adopción tecnológica en México y el resto del mundo.

Así mismo, con el fin de conocer los motivos que tiempo atrás dieron las primeras señales del fomento a estas nuevas energías limpias, se muestra una descripción breve de la temática ambiental, tanto a nivel nacional como internacional abarcando las décadas de 1920 a 2050 (Cuadro I).

| CUADRO I: RESEÑA DE MOMENTOS HISTÓRICOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES (1ª. Parte) |   |   |
|--|---|---|
| PERIODO  | Nacional  | Internacional   |
| 1922   | <ul style="list-style-type: none"> <li>En 1904, el secretario de Obras Públicas, Manuel González de Cosío, pide al consejo de la Junta Central de Bosques mitigar las terribles tormentas de polvo que azotaban a la Ciudad de México. González de Cosío dio un paso importante al integrar la Junta Central de Bosques. Así, México tuvo su primera agencia forestal solo seis años después de la creación de la Oficina del Forestal en los Estados Unidos.</li> </ul>  |   |
| 1930-1940  | <ul style="list-style-type: none"> <li>En 1940, Miguel Ángel de Quevedo en su trabajo "Aguas por el reparto" formula la visión de una Política de Conservación de la Tierra. En esta época tan dinámica, el más representativo de sus informes, decretaba un cuarenta por ciento del territorio nacional bajo alguna protección; más tarde se perderían estos decretos<sup>1</sup> y se aboga institucionalmente que no hay recursos protegidos.</li> <li>En la etapa más activa de la Reforma Agraria, se planteó la necesidad de una política orientada al desarrollo, y la expansión del desarrollo rural<sup>2</sup>.</li> <li>A través de un plan político, económico y social del gobierno federal de Lázaro Cárdenas se reordenó la propiedad de la tierra.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>En estos años se limitaron los estudios forestales de Quevedo durante su exilio en Europa. Antes del comienzo de la guerra, estudió la política francesa hacia las comunas forestales, alabó al gobierno francés por mantener intactas las reservas forestales comunales, creyendo que el fraccionamiento de tales terrenos habría aumentado el potencial del abuso individual de la tierra. Bajo los programas franceses, los campesinos vendían madera muerta y pequeños productos forestales en subasta pública. Diez por ciento de los ingresos eran usados para ayudar a financiar el Servicio Forestal Francés, dentro de cuyas más importantes funciones estaba la de restaurar y reforestar las tierras afectadas. Quevedo notó con gran satisfacción que no sólo la gente ganaba económicamente con los arreglos de la subasta, sino que, al mismo tiempo, estaban ayudando a proteger la agricultura, las condiciones climáticas, el ciclo hidrológico y la belleza de la naturaleza.</li> </ul> |

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de varias fuentes: Cuauhtémoc Anda G. Entorno Socio económico de México; Julia Carabias Lilo, "Reflexión sobre Políticas Públicas".

<sup>1</sup> Quevedo, debido a su educación y experiencia como ingeniero en México, había desarrollado una apreciación de los beneficios que provenían de los bosques. Debido a las formas en que los bosques ayudan al orden general (estabilizando suelos, reduciendo las sequías, e impidiendo inundaciones), era necesario evitar más deforestación del suelo mexicano; asunto más presionante y serio que en los Estados Unidos y Canadá, donde los bosques eran considerados un punto económico, restringido a proporcionar madera para las necesidades presentes, y el efecto que la deforestación puede tener en los ciclos hidrológicos y la productividad agrícola es de menor significación que en México. Inicia un cambio acelerado en la erosión del suelo a zonas montañosas.

<sup>2</sup> Es fundamental comprender la creación de capacidades institucionales porque se observa que México está fallando en un complemento crítico por su débil capacidad de aprendizaje. La capacidad de los recursos estaba limitada, al considerar ¿Qué tierra se reparten? y el interés por el uso de la tierra radicaba sólo en su transformación. La mayor parte de los ecosistemas se encontraban sin alguna transformación porque no se tenía el equivalente de los ejidos forestales, se encontraban tierras ociosas. Como caso especial, la selva tropical se conceptúa tierra ociosa y como tal, no se considera al trópico esencial y se concede. Julia Carabias Lilo, "**Reflexión sobre Políticas Públicas**", Conferencia presentada en el Simposio Medio Ambiente, México, 14 de Septiembre de 2006. Facultad de Economía, UNAM.

| CUADRO I: RESEÑA DE MOMENTOS HISTÓRICOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES (1ª. Parte) |   |   |
|--|---|---|
| PERIODO  | Nacional  | Internacional   |
| 1960-1970  | <ul style="list-style-type: none"> <li>El 27 de septiembre de 1960 se nacionaliza la industria eléctrica por la vía de adquisición de la mayoría de las acciones de las empresas privadas concesionadas, así el 23 de diciembre de 1960 se añadió un nuevo párrafo al artículo 27 de la Constitución Mexicana que confirmaba y hacía irreversible el proceso de la nacionalización de la industria eléctrica.</li> <li>Se conforma la disciplina de la ecología en México y se fomenta el estudio de dicha carrera. La ecología descriptiva, relativamente nueva comparada con las demás ciencias ya desarrolladas en otros países, se adentra en la formación de recursos humanos que puedan confrontar la relación de la existencia de infinidad de organismos abióticos y bióticos: ¿porqué están ahí?. Explicar las interacciones de las plantas y animales, resaltando el interés fundamental del entendimiento de los ecosistemas.<sup>3</sup></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las energías renovables se potenciaron en la crisis de los precios del petróleo de los años setenta.</li> <li>El temor a un hipotético desabastecimiento o a que los precios energéticos crecieran de forma excesiva motivó la puesta en marcha de programas nacionales e internacionales de investigación y desarrollo de tecnologías de estas energías, así como del fomento de su aplicación.</li> <li>Las potencias productoras de petróleo (México, Estados Unidos, Canadá, Venezuela, Ex Unión Soviética, Noruega, Suecia, Nigeria, Arabia Saudita, Irán, Irak) acontecen una de las mayores crisis petroleras. En estos países el petróleo representa uno de sus mayores suministros y productos de exportación.</li> <li>En estos años se formula en todo el mundo, la problemática de la escasez y dependencia del petróleo, generador de la electricidad.<sup>4</sup></li> </ul> |
| 1974   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La Norma Oficial Mexicana NOM-086, emitida en 1974, estableció los requisitos para la supervisión de la calidad de los combustibles fósiles.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Desde este año, se dispone de evaluaciones de deterioro atmosférico y daños a la población, por lo que muchos países emprendieron diversas acciones orientadas a mitigar los efectos negativos del excesivo consumo de gasolina.</li> </ul>  |
| 1980   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se encuentra la base económica del país deteriorada, porque hay un estancamiento en la actividad agropecuaria.</li> <li>En la sociedad se presentan las primeras protestas ecologistas.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Las primeras investigaciones sobre la producción del biodiesel se remontan a la época de la Segunda Guerra Mundial, sin embargo, no fue hasta la década de los setenta que desarrollaron de manera sólida los primeros métodos de producción como respuesta ante la crisis energética mundial de esa década. Las primeras pruebas técnicas de aplicación en motores se realizaron en los primeros años de la década de los ochenta en Europa y en 1985 se construyó la primera planta piloto en Austria para la producción de este energético.</li> </ul>  |
| 1982   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se promulga la primera ley sobre como operar el manejo adecuado de los recursos y es considerado el primer aporte interno de México dirigido para América Latina.<sup>5</sup></li> </ul>   |   |
| 1990   | <ul style="list-style-type: none"> <li>A principios de la década de los 90 cambió la captación de datos geográficos por dos incursiones tecnológicas: (GPS, Sistema de Posicionamiento Global, por sus siglas en inglés), y los sistemas informáticos, significativos avances de la geografía en la captación de datos.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Se formula, el primer informe sobre las Perspectivas del Medio Ambiente Mundial (PNUMA), conduce hacia la Conferencia de Estocolmo relativo al Medio Ambiente y el Desarrollo, pasando por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) de 1992.</li> </ul>  |
| 1992   | <ul style="list-style-type: none"> <li>En este año, el esfuerzo comenzaba a cristalizarse, con el reconocimiento oficial por el departamento de energía de los E.U. de los llamados combustibles alternativos, dentro de los cuales destaca como una opción muy atractiva el llamado biodiesel.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>En el ámbito internacional fue la Agencia Internacional de la Energía (IEA), quien hizo realidad un primer impulso. En España se creó el Centro de Estudios de la Energía, posteriormente transformado en Instituto de Diversificación y Ahorro Energético (IDEA) se responsabilizó de las tareas de promoción.</li> </ul>   |
| 2004   | <p>Guatemala, el Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Cuba y México, con el apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en ingles),</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La producción mundial de petróleo fue de 70.75 millones de barriles al día. Se registraban los 10 principales exportadores con un total de 42.69 millones de barriles al</li> </ul>  |

<sup>3</sup> Lo anterior, resultaría en un empuje para la formación de una política pública orientada al uso de los recursos naturales primordialmente sectorizados. Ob. Cit (2)

<sup>4</sup> El suministro representaba aproximadamente la sexta parte de la producción total de electricidad y su importancia continuaba en aumento. En aquellos años, el petróleo era la única fuente generadora de energía, y utilizable como material industrial para la producción de combustible y electricidad. La producción mundial del petróleo era de 50 millones de barriles al día.

<sup>5</sup> Cabría señalar los vacíos en el incumplimiento de la ley a través de la reforma al artículo 27 constitucional, donde el campo no se acaba de reactivar, por lo tanto no existe un cruzamiento con la política ambiental reflejándose lo anterior, en los desajustes internos y en la necesidad de hábitats para extraer la riqueza, lo que se conoce como hábitat de desarrollo regional.

| CUADRO I: RESEÑA DE MOMENTOS HISTÓRICOS PARA LAS ENERGÍAS RENOVABLES (1ª. Parte) |   |   |
|--|---|---|
|  | diseñaron el proyecto Generación de Capacidades para la Adaptación al Cambio Climático.   | día. De estos países sólo Noruega, Estados Unidos y México comenzaban a implementar la visión de energías alternativas.   |
| 2007   | En este año México registro emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI'S) de 444.5 millones de toneladas de CO <sub>2</sub> y 3.6 millones de toneladas de metano. | En la Conferencia de la ONU en Bangkok, científicos y representantes de unos 150 países recomendaron reducir entre 50% y un 85% las emisiones de gases contaminantes en el horizonte de 2050 para evitar efectos desastrosos. |
| 2050   | Los expertos de E.U. han calculado que las reservas del petróleo se habrán agotado en el mundo en este año.   |   |

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de varias fuentes: Cuauhtémoc Anda G. Entorno Socio económico de México; Julia Carabias Lilo, "Reflexión sobre Políticas Públicas".

En México se atribuye un nacimiento tardío de las políticas ambientales y una incipiente construcción de las capacidades concebidas, como obstáculos socioeconómicos en el país para trascender en los diversos ámbitos en que inciden las energías renovables. En el país, se han conocido sólo parcialmente las actividades con posibles beneficios ó repercusiones sobre el medio ambiente. Por su parte, el gobierno recién comienza a desarrollar su interés por participar en la preparación de planes, programas y políticas ambientales.

Es así que las tendencias ambientales comienzan a cambiar, las nuevas formas de energía alternativa, son consideradas en todo el mundo, en México, por un número creciente de gobiernos, organismos internacionales y profesionales de la energía, como una alternativa viable para contribuir al futuro sostenible de la sociedad humanidad y al desarrollo de la "mercantilización de la naturaleza".

Los recursos naturales susceptibles de ser aprovechados son: el petróleo, gas natural, carbón, viento, sol, agua y vegetales, denominados recursos energéticos o fuentes de energía. Asimismo, las diferentes fuentes energéticas son de diverso origen; se emplean distintos procesos tecnológicos para su extracción; cuentan con un valor energético particular, así como su propio nivel de impacto social, político, económico y ambiental. Se clasifican en energías renovables y no renovables, cada una de las cuales, a su vez, cuentan con otra subdivisión (Cuadro II).

| CUADRO II: FUENTES DE ENERGÍA |  |   |
|-------------------------------|--|---|
|                               | NO RENOVABLES  | RENOVABLES  |
| <b>Combustibles Fósiles</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Petróleo y sus derivados: gasolina, gas licuado propano, gas butano, queroseno, combustóleo.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Eólica (vientos)</li> <li>☒ Geotérmica (calor interno de la tierra)</li> </ul> |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Gas natural</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Solar (Fototérmica y Fotovoltaica)</li> </ul>                                  |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Carbón</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Hidráulica (agua)</li> </ul>   |
|                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Nuclear</li> <li>☒ Hidrógeno</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Biomasa (Residuos vegetales y animales)</li> </ul>                             |

Fuente: Comisión Nacional para el Ahorro de energía (CONAE), [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx), 2006.

Las necesidades del uso de energías renovables (en adelante ER), asumen un gran interés por los perjuicios del sistema energético actual. Tales deterioros se convierten en referentes que indican la desconfiguración del medio ambiente y el planteamiento para avanzar hacia la sustentabilidad.

Por razones fáciles de entender, se retoman algunos aspectos teóricos que respaldan este estudio, como: la teoría del Desarrollo Sustentable, proposiciones sobre la ventaja competitiva de Porter y Stamer; finalmente la vertiente analítica relacionada a los Servicios Ambientales.

## **1.1 Teoría del Desarrollo Sustentable**

El concepto de desarrollo sustentable surge como resultado de la crítica hacia los efectos ocasionados por la aplicación ininterrumpida de las teorías del desarrollo. En 1987, la Comisión para el Desarrollo y el Medio Ambiente de las Naciones Unidas acuñó el concepto de desarrollo sustentable, destacando principalmente una preocupación intergeneracional por el futuro inmediato en cuanto a la preservación racional del capital ecológico. Dicha comisión define en la parte más concreta al concepto, como “aquel que se lleva a cabo sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”<sup>6</sup>.

Hay que agregar que la sustentabilidad del desarrollo (como un todo, en un concepto integral, con diversos niveles o grados de desarrollo) se compone de tres dimensiones principales, tales como la social, la económica y la ecológico-ambiental. En las dos primeras dimensiones se encuentra suficiente información con base en el criterio de desarrollo humano de la ONU y otros indicadores económicos referentes a tendencias socioeconómicas, tierra, bosques, biodiversidad, agua dulce, áreas costeras y marinas, atmósfera, áreas urbanas, desastres, medio ambiente y salud humana. Por su parte, la dimensión ecológico-ambiental determina la calidad de vida de la población.

De hecho de los tres pilares del desarrollo sostenible, el económico es el que sigue impulsando el proceso de desarrollo. Los temas sociales, como la pobreza, la desigualdad y los problemas ambientales, como la pérdida de biodiversidad y la contaminación, han sido relegados a un segundo plano. En general, un concepto integral de esta naturaleza, y con una escala de diversos niveles de sustentabilidad, refleja inequívocamente los niveles absolutos de desarrollo en una ciudad, comunidad, región o país.

---

<sup>6</sup> Vásquez Juárez, Mario Gabriel, *Desarrollo Sustentable y efectos del libre Mercado*, México, 2004 p.48.

Ésta reciente percepción del crecimiento económico incluye los principios normativos de justicia, racionalidad y oportunidad en el contexto de la reproducción generacional. Asimismo, es comprensible y deducible que las políticas económica, fiscal, comercial, energética, agrícola, industrial, etc. deben orientarse hacia el desarrollo sustentable donde se armonicen los aspectos económico, social y ecológico. Parte de esto, es reconocer la responsabilidad de las ciudades en la actual situación por concentración demográfica; por consumo de bienes, servicios, energía, territorio y constata la capacidad de las ciudades para contribuir al desarrollo sostenible, desde una posición privilegiada para favorecer la participación, la concertación y la movilización de esfuerzos y recursos. De persistir la tendencia actual en los próximos años se corre el riesgo de rebasar la capacidad de reproducción de los recursos renovables y acelerar el agotamiento de los recursos no renovables, atentando contra la sustentabilidad.<sup>7</sup>

En éste análisis teórico, se rechazan aquellos modelos de desarrollo exclusivamente economicistas y productivistas, y se aboga por un cambio en las formas de apropiación de los recursos que conlleve una transformación en los patrones de conducta social a efecto de asumir una responsabilidad global con el futuro de las generaciones.

Ahora bien, para alcanzar niveles aceptables u óptimos de sustentabilidad se necesita cumplir con los siguientes aspectos-requisitos:<sup>8</sup>

- ❖ Frenar la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas y de los suelos, resultado de la deforestación progresiva y de la contaminación constante del aire, agua y tierra.
- ❖ Disminución progresiva del uso intensivo de los recursos no renovables, cuya finalidad sea encontrar sustitutos o equivalentes a efecto de evitar el agotamiento prematuro.
- ❖ Disminución del uso de energía per capita.
- ❖ Incremento de industrias de reciclaje de diversos materiales, de basura y en general de todos los desechos o residuos que deben procesarse, de alguna forma, a efecto de no superar la capacidad de la naturaleza de poderlos absorber.

---

<sup>7</sup> Ibidem, pp. 49 y 51

<sup>8</sup> Pearce, D. Hacia una economía sustentable. The Royal Bank of Scotland, 1993.



- Mejorar la calidad de vida de la población hasta en las regiones más marginadas. Asimismo se deben aumentar los niveles de urbanización para que la población cuente con servicios de calidad constante en agua potable, alcantarillado, energía.
- Activa participación ciudadana en la protección y gestión ambiental.
- Mejoramiento de la normatividad y legislación ambiental.
- Fomento e impulso a las políticas públicas concernientes a la protección y restauración del medio ambiente, donde la tasa anual de extracción/explotación de recursos renovables sea igual a la capacidad de regenerarlos o renovarlos, así como a diversas medidas orientadas a la protección-preservación y restauración-rehabilitación.

En relación con la teoría del desarrollo sustentable, puede señalarse a la Biomasa como un recurso renovable que participa dentro de las tres dimensiones del modelo. En la parte social, establece criterios de orientación y comparación de los beneficios que la sociedad recibe de éste recurso biológico, bien sea en forma de bienes o servicios con un valor comercial, o bien a través de funciones ambientales. En la parte económica y ecológico-ambiental establece vínculos entre el medio ambiente y el crecimiento económico, permitiendo la creación de empleos, así como el establecimiento de una relación óptima entre la tecnología y el uso racional de los recursos.

En efecto, este último aspecto debe favorecer una verdadera modernización tecnológica de los sectores productivos, cuyo objetivo se traduzca en el mejoramiento progresivo de la calidad de los productos y promueva el la utilización y uso de recursos alternativos de manera sustentable. Conforme a la propuesta conceptual de la investigación desarrollada de la Biomasa y la teoría del modelo sustentable urge el establecimiento de programas que incluyan las siguientes condiciones:

- El desarrollo de tecnologías limpias y económicas para impulsar su consumo.
- Modificación de los hábitos de consumo y las costumbres tradicionales de la población.
- Toma generalizada de una conciencia ecológica como resultado de una educación formal y no formal de carácter sustentable.

- El desarrollo de una industria de biomasa, solar, eólica, entre otras, a efecto de reducir los niveles de consumo de energía eléctrica, disminuir el uso de combustibles y liberar grandes masas de agua cautivas dedicadas a la producción de ésta.
- Producción de energía eléctrica por medio de tecnologías mecánico-ecológicas y tecnologías limpias de combustibles.
- Utilización masiva del transporte descontaminante del medio ambiente (transporte eléctrico, autos híbridos, bicicletas).

En este sentido, es necesario que el Estado como diversos organismos de desarrollo promuevan una política de inversiones tendientes a impulsar una amplia gama de proyectos de reforestación, nuevas tecnologías de control de la contaminación atmosférica y regeneración de electricidad y purificación de aguas residuales.

Así mismo, el Estado debe desacoplar el crecimiento económico del uso de combustibles fósiles. Es una falacia sugerir que se debe sostener el crecimiento económico en función del aumento de la combustión. Es necesario iniciar cuanto antes la transición hacia la energía renovable –lejos de los combustibles fósiles con el fin de lograr un crecimiento limpio y sostenible.

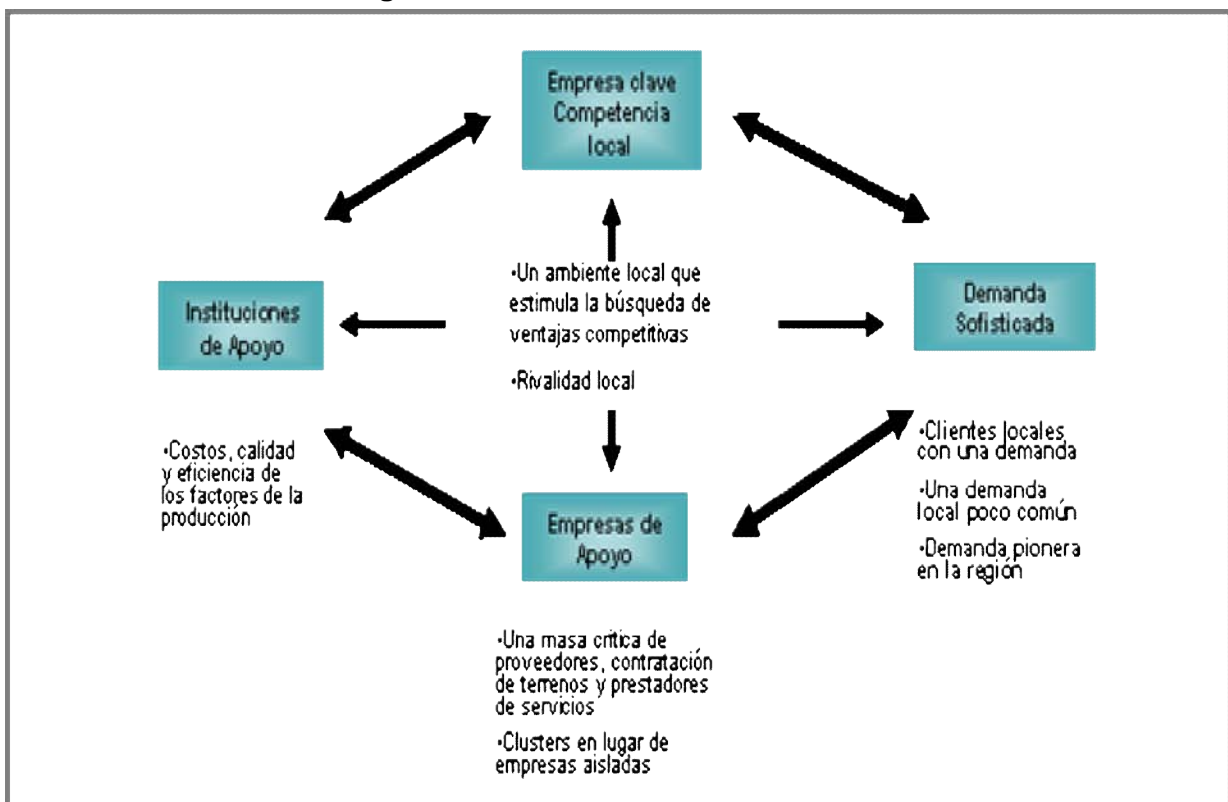
De acuerdo con lo anterior, el modelo del desarrollo sustentable debe ir cambiando conforme la sociedad cambie, buscando siempre mantener el equilibrio entre los agentes productivos y económicos actuales, el medio ambiente y el crecimiento económico.

## 1.2 Ventaja Competitiva: Modelo del Diamante de Michael Porter

Las variables indispensables para construir una ventaja competitiva se refieren a la intención de iniciar cualquier actividad, los conocimientos, el capital, la tecnología, las habilidades o destrezas para producir y distribuir bienes y servicios con el mayor valor agregado posible para el consumidor. A ello, se atribuye que una ventaja competitiva no existe, hay que construirla.

El Modelo del Diamante de Michael Porter para la ventaja competitiva de las naciones, ofrece un método que puede ayudar a entender la posición comparativa de una nación respecto de otra a nivel local, regional o global. Las consideraciones de este modelo se asientan principalmente sobre la interacción de cuatro elementos que deben funcionar adecuadamente para lograr el éxito competitivo de los sectores en el ámbito local, regional y global (figura 1), estos cuatro determinantes básicos son:

Figura 1: Diamante de Michael Porter



Fuente: Jörg Meyer-Stamer, Estrategias de Desarrollo Local y Regional: Clusters, Política de Localización y Competitividad Sistémica, El mercado de Valores, Septiembre 2000, p.23

- ◆ **La empresa clave y la rivalidad de la empresa.** Manifiesta las condiciones en la nación que rigen el modo como las empresas se crean, organizan y gestionan, así como la naturaleza de la competencia interna. La rivalidad entre las empresas hace que estas se presionen entre sí para reducir costos y precios, mejorar la calidad y el servicio, y crear nuevos productos y procesos.
- ◆ **Las condiciones de la demanda.** Se presentan a través de tres características de la composición de la demanda interna: 1) la segmentación de la estructura de la demanda interna para generar economías de escala; 2) la sofisticación de los compradores domésticos –las empresas de una nación ganan ventaja competitiva si los compradores están dentro de los más sofisticados y exigentes-; y 3) la anticipación a las necesidades de los compradores para reforzar las ventajas competitivas, saturar de forma temprana el mercado, para vender a mejores precios, para introducir nuevos usos y productos, en general, para crear otros incentivos.
- ◆ **Las empresas conexas y de apoyo (clusters).** Refieren a la complementariedad y nexos entre industrias que es importante para generar, en primera instancia, una demanda cruzada de los productos de unas a otras. Además de que la presencia de fuertes industrias relacionadas; esto es, empresas que coordinan y comparten actividades al mismo tiempo, que compiten o tienen productos complementarios, con frecuencia propician la creación de nuevas industrias competidoras, el flujo de información y el intercambio técnico.
- ◆ **Las instituciones de apoyo.** Conforman otra categoría de factores, la cual se puede dividir en distintas clases, por ejemplo: 1) recursos humanos, la cantidad, la calidad, las habilidades y el costo del personal disponible; 2) recursos físicos, incluyendo la abundancia, calidad, accesibilidad y el costo de la herencia física de una nación; 3) conocimiento científico, técnico y de mercado para darle soporte a la producción de bienes y servicios; 4) recursos de capital, que se refiere a la cantidad y el costo del capital disponible para

financiar la industria; y 5) infraestructura: el tipo, la calidad y el costo para el usuario del transporte, del despacho de carga, de los cuidados de salud, etc.

El papel del gobierno en el Modelo del Diamante de Michael Porter tiene influencia sobre los cuatro determinantes, bien sea positiva o negativamente. El gobierno puede, por ejemplo, afectar la condición de los factores a través de los subsidios o actuar como comprador importante de algunas industrias. De la misma forma, las políticas gubernamentales, pueden actuar como un respaldo y un estímulo a las compañías que buscan incrementar sus capacidades y se muevan a niveles más altos para el desempeño competitivo.

Por otra parte, del Diamante de M. Porter se desprende un último triángulo, se conoce como el triángulo del desarrollo sustentable, cuyas aristas de referencia serían el desarrollo ecológico, económico y social. Dentro del contexto de las actividades para la realización local de la Agenda 21<sup>9</sup>, en ocasiones se logra ligar estos tres puntos de referencia, por ejemplo para crear estructuras económicamente sustentables, partiendo de las potencialidades en materia de la Biomasa existente, que a su vez resultan potencialmente atractivas para nuevos empresarios, y para crear empleos para personas que difícilmente podrían ser absorbidas.

---

<sup>9</sup> Agenda 21 es una expresión acuñada por las Naciones Unidas formulada en la Cumbre de la Tierra (Río, 1992) con el fin de que las ciudades elaboraran planes y acciones para afrontar los retos socioambientales del siglo XXI. Un Plan de Acción que los estados deberían llevar a cabo para transformar el modelo de desarrollo actual, basado en una explotación de los recursos naturales como si fuesen ilimitados y en un acceso desigual a sus beneficios, a través de un compromiso que tiene que permitir avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible. Actualmente, más de 5000 ciudades de todo el mundo están elaborando sus Agendas Locales 21, a través de mecanismos de participación de la comunidad local, a fin de establecer objetivos compartidos para contribuir localmente al desarrollo sostenible de la sociedad planetaria. Las Agendas 21 Locales son una buena concreción de la vieja máxima ecologista "pensar globalmente y actuar localmente". Barcelona ha sido una de las ciudades activas en este movimiento y culmina ahora la elaboración de su Agenda 21. <http://agenda21ens.cicese.mx/40capitulos.htm>

FIGURA 2: TRIÁNGULO DE DESARROLLO SUSTENTABLE LOCAL



Fuente: Jörg Meyer-Stamer, Estrategias de Desarrollo Local y Regional: Clusters, Política de Localización y Competitividad Sistémica, El mercado de Valores, Septiembre 2000, p.23

Con apoyo de los fundamentos teóricos preliminares, el Diamante de Michael Porter representa un instrumento extremadamente útil para diagnosticar y formular las condiciones eficientes de producción<sup>10</sup> y distribución de los bienes y servicios que desarrollen el éxito competitivo del sector energético mexicano, en el ámbito local, regional y global. Para nuestro objetivo, su utilidad se manifestará al poder establecer una perspectiva futura de las condiciones eficientes de la producción y distribución de la energía renovable en México.

Por su parte, los aspectos teóricos conexos al triángulo de desarrollo sustentable local, ayudaran a mostrar que dos ejes centrales de las políticas públicas de México son: la sustentabilidad ambiental y la economía competitiva generadora de empleos. En este sentido, el uso eficiente de la energía conciliará las necesidades de la sociedad con el cuidado de los recursos naturales.

<sup>10</sup> En la propuesta, la eficiencia energética busca ofrecer el mismo servicio con el uso de una fuente alternativa de energía. Lo cual, representa una oportunidad para reducir el gasto en insumos energéticos, aumentar la competitividad del aparato productivo, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y conservar los recursos energéticos de nuestro país. Asimismo, promueve el desarrollo eficiente de mercados nacionales y la participación en mercados internacionales, donde las empresas del estado son competitivas, eficientes financiera y operativamente, con capacidad de autogestión y sujetas a rendición de cuentas.

### **1.3 Competitividad Sistémica: Estrategias de Desarrollo Local, Regional y Nacional**

En algunas regiones las crisis de antiguas industrias y la pérdida de puestos de trabajo generan la necesidad de actuar; en otras, es la esperanza de atraer parte del flujo de inversión extranjera directa hacia ellas. En ocasiones son los propios gobiernos centrales los que deciden limitar sus funciones al mínimo o responder a algún incentivo que defina su incidencia sobre las decisiones de política económica. Lo cierto es que, sea cual sea la posición del Estado, ésta genera algún efecto sobre los niveles de desarrollo y competitividad a todos los niveles.

Para Jörg Meyer–Stamer<sup>11</sup>, un desarrollo exitoso no se logra simplemente por medio de factores en el nivel micro de las empresas y macro de condiciones económicas, sino que también es necesario aplicar medidas específicas por parte del gobierno e instituciones no gubernamentales encaminadas a fortalecer la competitividad de las empresas (nivel meso), en donde la capacidad para articular políticas de promoción en los niveles meso y macro depende de estructuras políticas y económicas fundamentales y de una multiplicidad de actores (nivel meta).

Lo anterior, Meyer–Stamer lo define como **competitividad sistémica**, el autor sostiene que la ventaja de dicho concepto se halla en el hecho de que es lo bastante abierto como para comprender las fortalezas y debilidades centrales que determinan potenciales de desarrollo local, regional, nacional y global.

---

<sup>11</sup> Jörg Meyer–Stamer nació en 1958 en Delmenhorst, Alemania. Es licenciado en Ciencias Políticas y Economía por la Universidad de Hamburgo (1986) y doctor en Ciencias Sociales (Universidad de Hamburgo, 1995). Fue investigador de 1988 a 1995 en el Instituto Alemán de Desarrollo (Berlín), especializado en política industrial y tecnológica. De 1998 a la fecha ha trabajado como investigador en el Instituto de Desarrollo y Paz (Universidad de Duisburg) y es responsable del proyecto "Globalización, localización, competitividad y sustentabilidad". Es consultor de la Fundación Empreender, Joinville (Brasil). Ha publicado varios artículos y libros sobre competitividad industrial y desarrollo tecnológico.

Meyer–Stamer, explica los factores que determinan la competitividad sistémica en diferentes niveles de agregación de la política, se pueden resumir de la siguiente manera (Figura 3):

**Figura 3: Niveles analíticos del concepto de competitividad sistémica**

Fuente: Jörg Meyer-Stamer, Estrategias de Desarrollo Local y Regional: Clusters, Política de Localización y Competitividad Sistémica, El mercado de Valores, Septiembre 2000, p.26

A primera vista, no resulta evidente por qué los elementos mencionados son importantes para las estrategias de desarrollo, por lo tanto se hacen las siguientes referencias a cada nivel:



**Nivel meta.** Lo "meta" alude al conjunto de elementos socioculturales, de valor, acuerdos sociales explícitos e implícitos, así como a las capacidades estratégicas de una sociedad para movilizar sus aptitudes creativas y de resolución de conflictos. Ejemplos del nivel meta son: instituciones públicas regulatorias y de fomento productivo, servicios de apoyo y oferta de capacitación laboral, entidades prestadoras de servicios financieros y no financieros a las empresas, asociaciones y organizaciones empresariales, instituciones de I&D, tecnológica, centros de apoyo a la gestión empresarial, organismos de formación de recursos humanos, etc. También son expresiones del nivel meta los espacios de diálogo social, como son los comités de coordinación de políticas públicas así como redes público–privadas, que generan algún tipo de dinámica o articulación en materias relevantes para el desarrollo económico. Lógicamente este nivel adquiere diferentes expresiones de acuerdo con el ámbito territorial que se considere.

El nivel meta adquiere diferentes expresiones de acuerdo con el ámbito sectorial y territorial que se considere. En lo que se refiere a las energías renovables en México, se evidencia una tendencia entre los agentes productivos para actuar en los diferentes sectores de la economía en el corto plazo, pero no así en el largo plazo a nivel nacional, regional y local; además de la carencia de una planificación integrada de recursos; la ausencia de un carácter predecible y una estabilidad en los mercados; la falta de un marco legal para organismos internacionales interesados en el tema de servicios ambientales; la propiedad de la red por empresas de integración vertical y la falta de financiación en I+D a largo plazo.

**Nivel macro.** Mientras los factores macroeconómicos son ampliamente utilizados en la mayoría de los enfoques de diagnóstico de competitividad y no se requieren de mayores explicaciones, es necesario indicar que las condiciones macroeconómicas turbulentas son desfavorables no sólo genéricamente, porque desaniman inversiones de largo plazo, sino también porque pueden tener efectos los acontecimientos negativos sobre las actividades locales.

Una de las barreras más importantes en México a nivel macro, es resultante de los subsidios que abaratan quemar más combustibles fósiles que construir y financiar y una nueva central de energía renovable. Esta situación conlleva que, incluso en aquellas situaciones donde una nueva tecnología podría ser plenamente competitiva con nuevas centrales generadoras de energías fósiles, no se realizarán inversiones. En éste nivel, debe tenerse en cuenta que mientras no se llegue a la situación donde los precios de las energías fósiles se reflejen en el costo que supone invertir en una central de las instalaciones existentes, las renovables necesitarán apoyo para poder competir en igualdad de condiciones.

**Nivel meso.** Lo "meso" corresponde a la existencia y capacidad de formación de estructuras por parte de los actores sociales públicos y privados, en su mayoría, aunque no siempre institucionales, a la capacidad de articularse entre ellos e interrelacionarse con las empresas y la comunidad, con objeto de desplegar políticas o iniciativas de fomento y desarrollo económico, así como a desarrollar una oferta de servicios precompetitivos al sector productivo, con una visión de mediano y largo plazo.

**Nivel micro.** Las empresas locales no deben orientarse únicamente hacia el ámbito local, deben involucrarse en encadenamientos globales de valor (es decir, producir para un mercado mundial), a través de asociaciones y alianzas estratégicas entre sí, buscando elevar sus niveles de competitividad, aprovechar complementariedades y localización geográfica, acceder a mercados y fuentes de inversión, así como beneficiarse de la innovación tecnológica, entre otros aspectos.

La distinción de elementos en los niveles meta, macro y meso económicos permite identificar paralelos y contrastes y, a la vez, revelar debilidades o carencias en un caso, a partir de las fortalezas o avances identificados en el otro. Ello puede servir de antecedente en el diseño, definición o corrección de énfasis en las políticas deliberadas de apoyo para algún sector.

Esta visión de la competitividad, desarrollada por Jörg Meyer–Stamer (2000), se basa en un marco amplio de análisis y de aplicación política que permite comprender y fomentar las actividades específicas.

## 1.4 Servicios Ambientales

Geopolíticamente aterrizar los conceptos de energía renovable –Biomasa-, ecoregión<sup>12</sup>, capital y sociedad territorialmente, implica retomar parte de los lineamientos del campo de servicios ambientales.

Los servicios ambientales tienen su origen, ante las necesidades de producir una amplia gama de beneficios económicos, sociales y principalmente ecológicos-ambientales al desempeñar funciones como captar el agua; producir oxígeno; conservar las cadenas alimenticias; suministrar alimentos, combustibles, medicinas, materiales de construcción; son considerados como sitios turísticos y de recreación escénica, y generadores de importantes fuentes de ingreso económico.

Existen muchas definiciones de servicio ambiental, aunque en trabajos recientes, se ha generado con mayor certeza y cercanía un concepto que adopta: los beneficios que la gente obtiene de los ecosistemas. Estos incluyen servicios de aprovisionamiento, regulación y servicios culturales los cuales afectan directamente a la gente, así como servicios de soporte necesarios para mantener otros servicios.<sup>13</sup>

Los servicios ambientales se dividen en: servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios culturales y servicios de soporte. Para el interés del tema sólo se retomará el primero, puesto que la biomasa como servicio ambiental es proveedora de bienes y servicios de uso directo (pueden ser de uso consuntivo o no consuntivo). Usos consuntivos dentro del plano de servicios ambientales se refiere a bienes de mercado comerciales o industriales (leña, madera de construcción, pasta de papel, postes,

---

<sup>12</sup> El concepto de definición de una “ecoregión” no es nuevo: la definición completa de una ecoregión que da el World Wildlife Fund es la siguiente (Olson et al. 2001): “Una gran extensión de tierra o agua que contiene un conjunto geográficamente distinto de hábitats y comunidades naturales las cuales:

(a) comparten la gran mayoría de las especies y sus dinámicas ecológicas;

(b) comparten condiciones ambientales similares, e;

(c) interactúan ecológicamente de tal manera que son críticas para su persistencia a largo plazo.”

<sup>13</sup> Zorilla, María, “*Los aspectos críticos en la Política Ambiental, especialmente en los Servicios Ambientales*”, Conferencia presentada en el Simposio Medio Ambiente, México, 04 de octubre del 2006. Facultad de Economía, UNAM.

frutas, animales, forraje) –bienes y servicios no mercadeables de uso interno (leña, productos no madereros no comerciales, animales, frutas, nueces y otras semillas comestibles.<sup>14</sup> (Cuadro III)

Dentro de la literatura y los estudios de casos revisados (Zorrilla, 2006) existen cinco tipos de servicios de aprovisionamiento con un mecanismo de compensación.

**Cuadro III: Servicios de Aprovisionamiento**

| TIPO DE SERVICIO DE APROVISIONAMIENTO   | MECANISMO DE COMPENSACIÓN  |
|---|--|
| <b>Servicio hídrico:</b> Lo proveen las áreas naturales con cobertura vegetal al impedir el escurrimiento rápido del agua de lluvia y permitir que se filtre a los mantos freáticos (Guevara y Torres Rojo 2002).   | Este servicio no genera mercados; por lo tanto aún no está determinado su mecanismo de compensación.   |
| <b>Captura de Bióxido de carbono:</b> Este servicio es el que dan las plantas, principalmente los árboles al capturar y almacenar grandes cantidades de bióxido de carbono en forma de biomasa. La importancia de este servicio ambiental está vinculada a promover la “deforestación evitada”, que procura la creación de mecanismos financieros de mercado para que los países que tienen bosques no los talen y puedan ser compensados por mantener su floresta. <sup>15</sup> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mecanismo de compensación global: Impuestos/subsidios y transferencias.</li> <li>■ Precio en el mercado de captura de carbono, los compradores pagan por tonelada de carbono capturada.</li> </ul>  |
| <b>Paisaje:</b> Reconocido como un lugar o área natural ligada a los valores estéticos.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Ecoturismo: Identificar las fuentes y procesos económicos e institucionales del deterioro resulta clave para distribuir los costos y las reparaciones de los daños. Importan los costos económicos de su descontaminación, los costos de oportunidad intertemporales para reasignar sus usos potenciales, los costos de su regeneración ecológica.</li> </ul> |
| <b>Conservación de la biodiversidad:</b> Ligado a la conservación de habitats naturales y biodiversidad, donde se reconocen tres elementos de la biodiversidad: la diversidad genética, la diversidad de especies y de ecosistemas. La controversia acuciante de este servicio es que no se puede comprar biodiversidad, es el más conflictivo punto de debate.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mecanismo de compensación para proteger corredores biológicos.</li> </ul>   |
| <b>Mitigación de efectos de desastres naturales:</b> La participación del gobierno se ve inmerso con el efecto en las áreas naturales (y/o cierto nivel de manejo) para reducir el impacto de fenómenos sobre todo hidrometeorológicos.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ La participación del gobierno en ningún caso se encuentra documentado.</li> </ul>   |

Fuente: Elaboración propia con base en datos extraídos de varias fuentes: Zorrilla, María, “Los aspectos críticos en la Política Ambiental, especialmente en los Servicios Ambientales”, Conferencia presentada en el Simposio Medio Ambiente, México, 04 de octubre del 2006. Facultad de Economía, UNAM.

Para los servicios de aprovisionamiento uno de los indicadores más usados para medir el impacto son los mecanismos de compensación o instrumentos financieros para la conservación. Generalmente se entienden como parte de la opción para mitigar el

<sup>14</sup> Angela Duque Villegas. *La mitigación del cambio climático. Un servicio ambiental de los bosques plantados*, p.4

<sup>15</sup> Terreno cubierto de árboles (bosque). De esta manera, los bosques juegan un rol principal no sólo como factor de desarrollo en modelos de sostenibilidad, sino que adquiere protagonismo en los sistemas contables de carbono.

cambio al más bajo costo, opción para asegurar servicios ambientales de interés regional o local. Adicionalmente, los puntos clave en materia de servicios ambientales en México se encuentran en:<sup>16</sup>

- Sesgo forestal => Mecanismo local o esquema regional por compensación, quien se beneficia debe pagar.
- Potencial de México para realizar pago de servicios ambientales => Detonar interés para el pago de de servicios ambientales.
- Integración territorial => Insertar en la dinámica productiva los mecanismos de compensación.
- Limites=> Poner limites al consumo de recursos naturales, porque no habrá recursos naturales que soporten el consumo de albercas llenas de agua, hotelería, explotación del petróleo.

En el ámbito económico, un servicio ambiental parte de la idea de mercado, donde hay oferta y demanda. Este esquema supone de entrada que existe alguien que valora el servicio (demandantes o beneficiarios) y alguien que es dueño del área que contribuye a su provisión (oferente) lo cual lleva a la posibilidad de formar un mercado donde se establezca el pago del servicio ambiental. Como dice la Comisión Intersectorial en su informe del 2007: “una condición fundamental para garantizar nuestra seguridad futura consiste en salvaguardar la integridad de los ecosistemas y de los servicios ambientales que hacen viable el desarrollo económico y social”.

Los servicios ambientales, se han convertido en el nuevo argumento conceptual para justificar la mercantilización y privatización de la naturaleza, tanto de recursos como de acciones, socavando valores culturales y éticos, principalmente entre las comunidades indígenas y campesinas. Dentro de este concepto se engloban, la venta del uso de los bosques como captadores de carbono, el uso de las cuencas hídricas, la venta de servicios de la biodiversidad, incluyendo la biopiratería y el ecoturismo.

---

<sup>16</sup> Ibid (13)

Si por ejemplo, se detona el interés por el pago de servicios ambientales, ¿cantidad de Biomasa que tiene un árbol? a través de la tasa de crecimiento de la especie, hoy se puede medir entre 8 y 12 dólares la tonelada a nivel mundial de carbono. (Zorrilla, 2006)

En esta perspectiva, el concepto "servicios ambientales" se basa, deformándolo, en el reconocimiento que propone la economía ecológica de los desequilibrios que ha creado la sociedad capitalista por la destrucción ambiental y el abuso de los recursos naturales con la consiguiente erosión cultural.<sup>17</sup> Este origen ha llevado a muchas organizaciones y comunidades a involucrarse dentro de este mercado. Esta visión transforma los ecosistemas y la belleza de un paisaje en capital y mercancías redituables que pueden ser comercializadas. Se establece una relación mercantil que en lugar de resolver las causas de la contaminación -por ejemplo las emisiones excesivas de dióxido de carbono del hemisferio norte, que provocan el calentamiento global- ofrecen a los contaminadores la opción de pagar para continuar contaminando.

El desarrollo de la mercantilización y privatización de la naturaleza, es fuertemente promovido por organizaciones con influencia global. Por mencionar, la Organización Mundial de Comercio (OMC), proporciona su propio concepto de servicios ambientales, en el cual es relevante desarrollar un esquema de pago de servicios ambientales donde se propone facilitar y eliminar los impedimentos para que el comercio de dichos servicios pueda florecer sin trabas. Financiado tempranamente por instituciones como el Banco Mundial para promover su uso, ahora ha sido incorporado a las negociaciones de los tratados de libre comercio, ALCA y el TLC EU-Centroamérica.

---

<sup>17</sup> Ribeiro Silvia, *La trampa de los servicios ambientales*, en la Jornada, 1 de Octubre del 2003.

## CAPITULO II

# CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE ENERGÍAS RENOVABLES (ER) EN MÉXICO

## **CAPITULO II: CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO DE ENERGÍAS RENOVABLES (ER) EN MÉXICO**

México es un país dotado de abundantes recursos energéticos. Por la magnitud de sus reservas y por la capacidad instalada de producción, los hidrocarburos juegan un papel muy importante para el abasto nacional. Sin embargo, de acuerdo a las opiniones de expertos en la materia, durante la V Jornada de Energía y Sustentabilidad (2005) se estimó que en la Republica Mexicana las reservas de hidrocarburos tendrán una duración máxima de 11 años de continuar el ritmo al que son explotadas. De ser así, en unos años ya no habrá hidrocarburos, por lo que es urgente generar un cambio en las estrategias energéticas del país para asegurar el suministro interno de energéticos primarios en las próximas décadas.

La Agencia Internacional de Energía<sup>18</sup> pronostica que para el año 2050, la mayor parte de la electricidad se producirá a partir de fuentes de energías renovables. El sector eléctrico será el pionero en el uso de las energías renovables; pero hoy en día las fuentes de energías renovables suponen el 13% de la demanda energética primaria mundial [AIE, 2006]. Mientras los combustibles fósiles (carbón, gas petróleo y sus derivados) satisfacen aproximadamente el 80% de la demanda energética mundial, ello significa que tienen un papel preponderante al menos en cuatro sentidos:

1. Económico. Cubriendo la demanda de energía en los mercados internacionales, con precios que se hayan sujetos a las reglas económicas imperantes; e influidos siempre por la conflictividad política y militar en las principales zonas productoras.<sup>19</sup>

---

<sup>18</sup> La Agencia Internacional de la Energía (AIE), es una organización intergubernamental con sede en París, dedicada a promover la seguridad del suministro energético. Organismo autónomo establecido tras la crisis del petróleo de 1973, en noviembre de 1974 dentro del marco de la Organización para Cooperación y Desarrollo Económico (OECD) para implementar un programa de energía a nivel internacional. Esta organización coordina un programa de energía en 25 de los 30 países miembros de la OECD.

<sup>19</sup> Uranga, Alvarado Aime, Energías Renovables y Medio Ambiente. México y la Unión Europea, p.1-2



2. Político. Su posesión proporciona poder de negociación con otros países, pues la producción de mercancías y servicios dependen de la disponibilidad de energía. La búsqueda del dominio de estos energéticos ha dado origen a grandes enfrentamientos e invasiones militares como la de Irak, que suceden con más frecuencia debido al incremento de la demanda y la reducción inminente de las reservas mundiales.<sup>20</sup>
3. Social. Para los países productores significa una fuente muy importante de ingresos que les permiten en ocasiones equilibrar su balanza de pagos, amortizar la deuda externa, realizar obras públicas, etc.<sup>21</sup>
4. Ambiental. Generando una fuerte carga de emisiones de partículas y gases contaminantes lanzados a la atmósfera, con un impacto concreto en la biosfera: calentamiento global de la tierra.<sup>22</sup>

### **2.1 Tamaño del mercado y sus segmentos**

En la actualidad, el 93% de la oferta interna bruta de energía primaria de México proviene de combustibles fósiles. [Secretaría de Energía, 2006] El sector de los minerales de uso básico para el desarrollo han tenido una trayectoria desde 1970 como los principales productos para generar electricidad y cubrir otras necesidades con una tendencia de crecimiento sostenido, así tenemos el cobre indispensable en la industria eléctrica; el bismuto, el fierro base del desarrollo de cualquier país y el azufre necesarios para la refinación del petróleo. Constituyendo el sector de las industrias extractivas de mucha importancia con el petróleo, gas natural, uranio y el carbón.

---

<sup>20</sup> Ibid (15)

<sup>21</sup> Ibid (15)

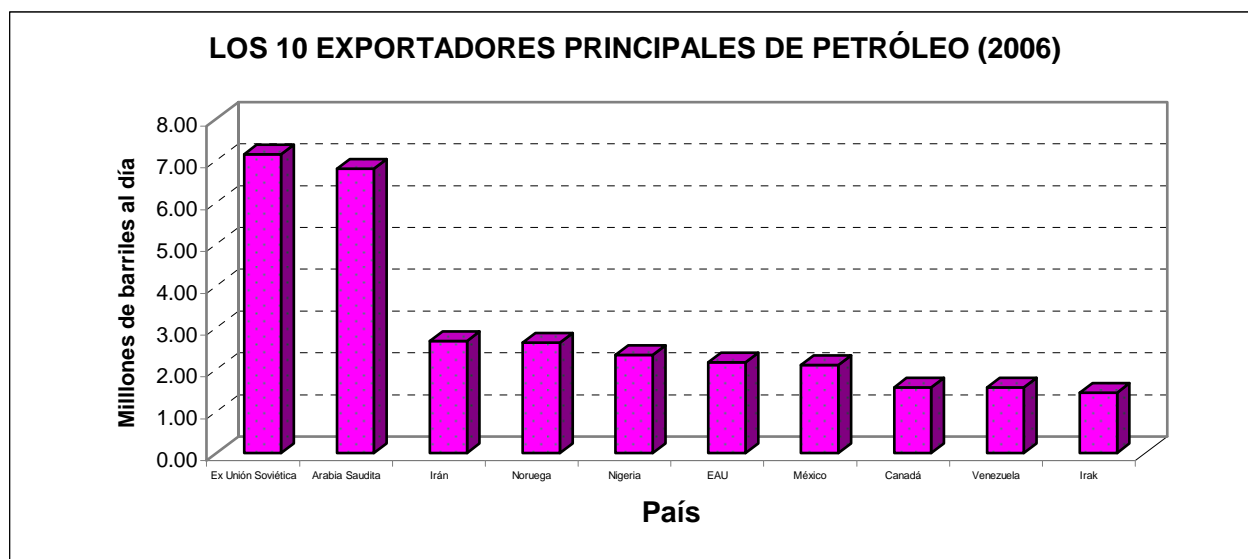
<sup>22</sup> Ibid (15)

### 2.1.1 Petróleo

La industria de los energéticos en la que se incluye al petróleo constituye una de las ramas más importantes en la economía nacional. La menor o mayor disponibilidad de energéticos puede frenar o acelerar el proceso de crecimiento de una nación.

En México existen enormes mantos petrolíferos y yacimientos de carbón, en este tipo de recursos se ha mantenido en forma permanente los programas de exploración y explotación. Esto ha conducido a incrementar las posibilidades de localizar nuevos yacimientos porque las reservas probadas de nuestros hidrocarburos (integradas por crudo, líquidos de gas y seco sin tomar en cuenta al gas natural) ya no son abundantes. Sin embargo las reservas probadas y potenciales han colocado a México entre los diez países más importantes en cuanto a reservas de recursos petrolíferos y en los diez exportadores principales.

**Gráfico 1**



Elaboración propia con base en la Agencia Internacional de Energía (AIE), 2006.

Las áreas tradicionales de donde se extrae el petróleo están ubicadas en la Costa del Golfo de México, concretamente en los estados de Campeche, Tabasco y Chiapas, en donde se han realizado perforaciones a más de cuatro mil metros de profundidad y en ocasiones se han perforado pozos que tiene más de seis mil metros. Esto implica más tiempo, tecnología más avanzada y, evidentemente, costos altísimos de perforación.

La distribución de los hidrocarburos se efectúa a través de una red nacional e internacional que permite proveer los mercados regionales y norteamericanos; para tal efecto, Petróleos Mexicanos cuenta con un sistema de distribución como son los gasoductos, oleoductos y poliductos, que conducen el petróleo crudo, gas natural, gas licuado, productos destilados y petroquímicos, a todos sus centros de consumo.

- Los oleoductos son la red nacional de la conducción de petróleo, que abastece a las refinerías y a las terminales de exportación.
- Los gasoductos conducen el gas natural desde las regiones productoras del sureste hacia el altiplano central, así como también lo hacen llegar al extranjero.
- Los poliductos son la red de distribución de los productos destilados de las refinerías hacia las zonas de consumo. (figura 3)

Petróleos Mexicanos cuenta con seis refinerías en todo el país, en las cuales se procesan cerca de un millón y medio de barriles diarios de crudo, lo que permite abastecer parte de la demanda nacional de energéticos derivados del petróleo, tales como gasolinas, kerosinas, diesel, combustóleos, etcétera. De esta forma, las importaciones de refinados del petróleo y petroquímicos son mayores cada año, dada la insuficiente capacidad de refinación y la falta de suministros de las empresas privadas petroquímicas; por ejemplo, en el año 2006 se importaron 11 mil 200 millones [Pemex, 2008].

**Figura 3: Ubicación de Refinerías en México**



Elaboración con base en: [www.sener.gob.mx](http://www.sener.gob.mx), 2007

En relación con la comercialización del hidrocarburo del 2000 al 2007 se registran anualmente incrementos elevados como consecuencia del crecimiento de las actividades económicas del país. El valor de ventas internas de productos petrolíferos, gas natural y productos petroquímicos comercializados se ubicó en tres millones 678 mil toneladas (277 mil 979.5 millones de pesos), lo que representan un incremento de 6.1%, con relación al año 2005, cifra superior en 5.2% a la registrada en el periodo de 2006. [PEMEX 2007]

El comercio exterior de hidrocarburos y productos químicos reflejado en el gráfico 2 arrojó resultados muy favorables desde el año 2001 hasta el tercer trimestre del 2006. Las exportaciones netas de PEMEX ascendieron a 30,387 millones de dólares cifra superior en 17% a la registrada en el mismo lapso de 22,820 de enero a septiembre del 2005. (Gráfico 2)

Gráfico 2



Elaboración propia con datos de [www.pemex.com.mx](http://www.pemex.com.mx). 2007

Retomando la actividad económica de exportación, la exportación del petróleo que se produce, resulta en importantes ingresos para financiar el desarrollo nacional de México. Se incluyen en esta categoría países de la región de América Latina donde México ocupa el primer lugar por ingresos petroleros con 2 mil 462 millones de dólares; Venezuela con 2 mil 59 millones de dólares seguido de los Estados más pequeños del

golfo Pérsico; Nigeria, con 2 mil 333 millones; Arabia Saudita, con 2 mil 217 para el año 2006. (Benn Eifert, Alan Gelb y Nils Borje Tallroth, Gestión de la riqueza petrolera, p.4)

### **2.1.2 Carbón**

El carbón es otro de los recursos naturales importantes que existen en nuestro país, que además ocupa un renglón especial dentro del campo de los energéticos. Desde el punto de vista geológico, el carbón se clasifica en tres categorías principales:

1. Se le denomina antracita. Es el carbón de mejor calidad, ya que es pobre en materias primas volátiles, y casi no contiene impurezas, contando con un elevado poder calorífico.
2. La hulla que agrupa a gran variedad de carbones, y su contenido de poder calorífico es de regular intensidad.
3. El lignito tiene la característica principal de un alto grado de impurezas, así como también de materias primas volátiles y agua, su poder calorífico es de baja intensidad.

Sin duda el carbón es uno de los energéticos más importantes y de gran trascendencia por su utilización en el desarrollo industrial.

México cuenta con importantes yacimientos de carbón, las actividades de exploración realizadas en los diferentes estados de la República Mexicana, han determinado regiones carboníferas como las localizadas en los estados de Coahuila, Sonora y Oaxaca. Con base en reconocimientos geológicos preliminares, se consideran como zonas carboníferas, además de los lugares ya determinados, a los estados de Tamaulipas, Nuevo León, Hidalgo, Durango y otras entidades. En el estado de Coahuila se han efectuado explotaciones intensivas de carbón suministrándolo, básicamente a la industria metalúrgica y aportando también volúmenes para ser utilizados en la generación de energía eléctrica, por medio de una planta termoeléctrica ubicada en este estado.

Las reservas de carbón en México, estimadas por las actividades de exploración, ascienden aproximadamente a 3,500 millones de toneladas (114 años Reservas/Probadas), de las cuales un 80 por ciento se localizan en el estado de Coahuila y el resto en los estados de Sonora y Oaxaca. Se considera que estas cifras se incrementarán en la medida en que se intensifiquen los programas de exploración.

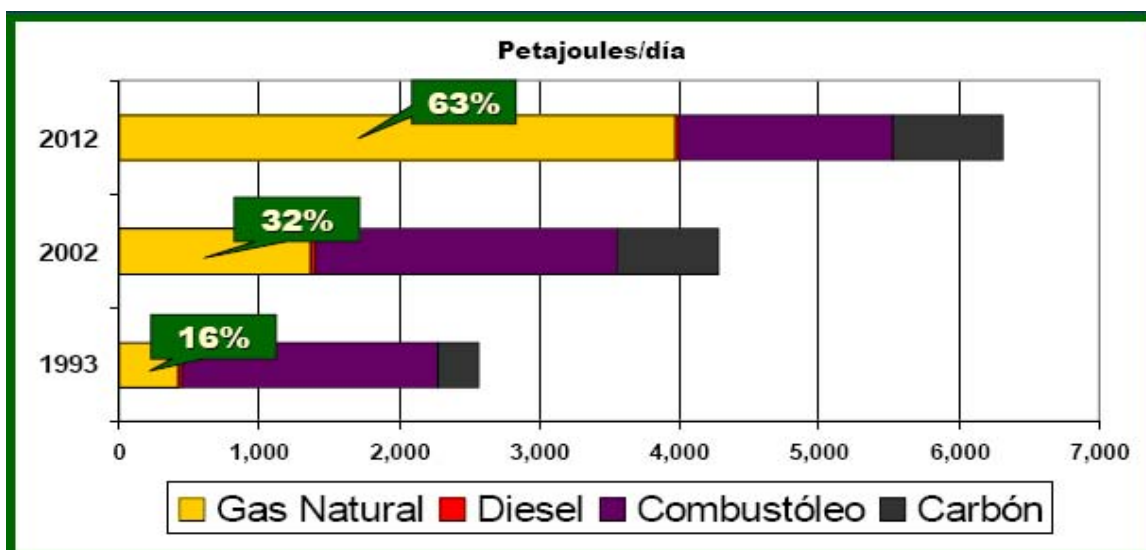
En relación con la producción nacional de carbón, ésta ha sido históricamente poco importante, ya que en la década de los sesenta solamente se produjeron en total 30 millones de toneladas; para el periodo de 1970-1980 la producción media anual se elevó a 5.6 millones de toneladas. Para 1993-2000 se produjeron 5.4 millones de toneladas anuales.

### 2.1.3 Gas Natural

Recientemente, la seguridad de suministro del gas natural ha cobrado mayor relevancia debido a la creciente importancia del gas natural en la matriz energética global. En México, como en la mayor parte del mundo, el gas natural se ha posicionado como un combustible cada vez más demandado: por ser una fuente de energía más limpia, por su mayor eficiencia con las nuevas tecnologías de ciclo combinado. Existe, por esta razón, una creciente interrelación entre electricidad y gas natural.

De esta manera, el gas natural ocupa un lugar cada vez más importante en el consumo de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica de acuerdo a la siguiente gráfica.

Gráfico 3



Fuente: Prospectivas 2002-2012, Sener, 2007.

La demanda de gas natural se incrementará entonces, durante la próxima década. De acuerdo a un estimado de la Secretaria de Energía la demanda de gas natural de 1993-2012 se incrementará en 110%, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual de 7.7%.

- La proporción del gas natural que se destina a la generación de electricidad pasará de 39% en 2002 a 52% en el año 2012.

- Del incremento esperado en la demanda de gas natural en la próxima década, el 63% será para generación de energía eléctrica.

La relación reservas probadas/producción actuales de gas natural es de 420,5 miles de millones metros cúbicos [CIA World Factbook, 2007] al ritmo de producción de 7 mil millones de pies cúbicos diarios (mmmpcd), lo que obliga a desplegar una actividad exploratoria de manera significativa en materia de gas. Sin embargo, esta última relación desciende si se excluye a Chicontepec, región que aporta una amplia proporción de las reservas totales de gas.

La producción de gas natural de México ha venido declinando a partir del año 2000 con un ligero aumento en los últimos años. La baja sostenida en la producción de gas asociado en Tabasco y Chiapas ha sido compensada parcialmente con el incremento de la producción vinculado al desarrollo de Cantarell y por una parte significativa de la producción que proviene de los yacimientos de gas no-asociado registrados en la Cuenca de Burgos y el Estado de Veracruz. En tanto, la producción de gas natural se ha ubicado en 6 mil 26 millones de pies cúbicos diarios, en el periodo enero-noviembre de 2007, lo que representa un incremento importante de 13 por ciento respecto a 2006.

Dada la madurez de las principales cuencas productoras de gas; a la declinación previsible en algunas regiones; la rápida declinación natural de los campos de la Cuenca de Burgos y la caída observada en la productividad de sus pozos; y el alto costo técnico y la baja aportación de los pozos que se están perforando en Chicontepec, obligan a intensificar la perforación exploratoria y a un aumento excepcional de la producción -tanto terrestre como costa afuera-.

El campo Lankahuasa es prioritario como también lo es la construcción de la infraestructura necesaria para llevar, lo más rápidamente posible, el gas de este campo a la red nacional de gasoductos. Así mismo, la exploración que se lleva a cabo en las estructuras geológicas cercanas a este descubrimiento merece un firme apoyo porque las perspectivas de la producción nacional a corto y mediano plazos dependerán, en gran medida, del éxito que se logre en esta región marina.



Por otra parte, algunas de las cuencas gasíferas maduras sólo pueden rejuvenecerse mediante una actividad exploratoria exitosa, así como con la aplicación de tecnología y prácticas de administración de yacimientos que permitan incrementar factores de recuperación del gas. En un país poco explorado, como es el caso de México, el nivel y la tendencia de la relación reservas/producción sirven para llamar la atención sobre la necesidad de asignar recursos a la exploración.

De esta forma la viabilidad de la Biomasa depende del agotamiento de los energéticos no renovables. En México se han venido degradando y agotando este tipo de recursos naturales, resultado de su uso continuo en los procesos productivos. Provocando que el impacto ambiental de estos últimos represente en promedio el 10.5% del Producto Interno Bruto (PIB) a precios corrientes en el periodo 2006 [Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM), 2008].

Sin duda, el principal efecto ecológico de estas energías primarias son las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, resultado de la combustión de los combustibles fósiles para obtener energía, y esto ha generado un gran debate respecto al cambio climático. De acuerdo con el Departamento de Energía de EUA (DOE), las emisiones del bióxido de carbono del mundo en 2006, provenientes del petróleo, carbón y gas, fueron de 28.3 miles de millones de toneladas (mmmta) y aumentarán a 36.8 mmmta en 2020.

Pese a que el carbón no es el combustible fósil más demandado, se estima que durante 2005 sus emisiones de CO<sub>2</sub> superaron a las del petróleo y sus derivados. Para 2006 las emisiones de cada combustible se estimaron en: carbón 11.4 mmmta, petróleo y sus derivados 11.2 mmmta, y gas natural 5.7 mmmta. El efecto ecológico que el gas natural tiene al participar en el uso de energía como combustible, podría valorarse considerando que, hacia 2020 se espera participe con 24.2% del consumo de energía primaria, y su contribución a las emisiones será de 21.0%, mientras que el carbón cubrirá 27.5% de la energía primaria, pero sus emisiones representarán 42.1%. No es extraño el momento en que el gas comienza a enfrentar un menor interés por parte de compañías eléctricas que ahora prefieren el carbón.

#### **2.1.4 Energías Renovables**

Las ER tienen unas peculiaridades geográficas que las diferencian de otras fuentes. Son recursos autóctonos con una distribución extensiva frente a la fuerte concentración de fuentes como el petróleo. Dependen en muchos casos de variables climatológicas (precipitaciones, viento, insolación). Su costo como materia prima es bajo o nulo (biomasa, viento, radiación). Su aprovechamiento suele ser tradicional, con lo que es fácil implantarlas a niveles locales, a la vez que su desarrollo a otras escalas está determinado por la incorporación de alta tecnología.

Tradicionalmente la política energética del país ha gravitado en torno a los hidrocarburos y, hasta ahora, se había prestado poca atención a otras fuentes de energía menos conocidas, pero también abundantes en México. El sol, el viento, los desechos urbanos y agropecuarios, al igual que varias manifestaciones físicas en el mar, son fuentes de energía susceptibles de ser aprovechadas con propósitos de aumentar la oferta nacional y de diversificar las fuentes de suministro.<sup>23</sup>

Es así que de aprovecharse el gran potencial que México tiene en fuentes alternas de energía presentes en Oaxaca, Tabasco, Chiapas e Hidalgo con los vientos; las tres cuartas partes de regiones de insolación de Baja California y Sonora; la exploración de pozos geotérmicos en Michoacán y Baja California; los pequeños ríos que hay en diversas regiones podría obtenerse un equivalente a la tercera parte de la energía eléctrica que actualmente se consume en el país.

Con cifras precisas, actualmente la energía eólica significa únicamente el 0.01 por ciento del total de la energía consumida en el país, y estimaciones de la Secretaría de Energía indican que, aunada a la solar podría tener un potencial de 5 mil megavatios (MW), en tanto que la minihidráulica sería de 3 mil 250 MW y la hidráulica, correspondiente a las grandes presas, alcanzaría los 8 mil MW. Un total aproximado de

---

<sup>23</sup> Jorge M. Huacuz Villamar, Energías Renovables en la Oferta energética nacional, México, p.1

16 mil megavatios que representa la tercera parte del consumo de energía eléctrica actual del país.

Después, la biomasa (leña y bagazo de caña) representan el 3.5 por ciento de la energía utilizada. No obstante, la biomasa, en forma de leña, es un energético que se ha utilizado por siglos, aunque de manera poco tecnificada. Mientras las grandes centrales hidroeléctricas son tecnologías ya maduras concentrando un 3 por ciento del total. Ambas constituyen lo que se denomina energías renovables establecidas.

El resto de las energías renovables, también llamadas nuevas renovables, o no convencionales han tenido una rápida evolución en los últimos veinte años, periodo durante el cual las tecnologías han mejorado en confiabilidad, eficiencia y aprovechamiento, mientras que sus costos se han reducido. Aún así, el resto de las fuentes alternas como la nuclear, geotérmica, eólica o carbón apenas tienen una participación marginal y no se ha logrado incrementar de manera considerable el papel de las energías renovables dentro del escenario energético nacional. Aunque se está avanzando mucho en energía eólica, solar y biomasa, ya que son las que más potencial tienen para generar electricidad

Con lo anterior, se menciona un breve comparativo de las fuentes de energía renovables, más presenciales en las zonas de México: la hidroeléctrica, seguida de biomasa y eólica. Como se aprecia en el siguiente cuadro IV.

| CUADRO IV: CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES |   |  |  |   |  |
|---|---|--|--|---|--|
| TIPO DE ENERGÍA RENOVABLE                             | VENTAJAS  | DESVENTAJAS/<br>IMPACTO AMBIENTAL  | CANTIDAD DE ENERGÍA PRODUCIDA  | SIMILITUD/USOS  | APARATO DE CAPTACIÓN/ TRANSFORMACIÓN   |
| <b>Energía solar o Radiación Solar</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Seguridad en zonas propensas a huracanes y tormentas.</li> <li>☒ Protección a los objetos contenidos en el interior de las construcciones como: obras de arte, textiles, libros y muebles, del deterioro debido a su exposición a la luz.</li> <li>☒ Ahorro al reducir el tiempo de uso de aire acondicionado y de iluminación artificial.</li> <li>☒ En México el potencial de la energía solar, es uno de los más altos del mundo.</li> <li>☒ Calentamiento de agua</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ No es fácil de almacenar.</li> <li>☒ Está tecnología no se ha desarrollado por completo en México (fotovoltaica y fototérmica).</li> <li>☒ Los sistemas colectores contienen sustancias para la transmisión térmica que pueden producir contaminantes.</li> <li>☒ Cuando se usan cocinas solares, deben tenerse en cuenta los riesgos de encandilamiento. Si la energía obtenida con células solares se almacena en baterías, éstas deberán utilizarse con cuidado y se desecharán una vez gastadas, de manera ecológica</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Con un total de calentadores solares instalados se producen: <b>260,812 m<sup>2</sup></b></li> <li>☒ Eficiencia promedio: <b>63%</b></li> <li>☒ Radiación solar promedio: <b>18,841 kj/m<sup>2</sup>/día</b></li> <li>☒ Generación: <b>0.12 petajoules</b></li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Podría sustituir la energía que se utiliza en las casas-habitación.</li> <li>☒ Reducción de los índices de contaminación.</li> <li>☒ Está energía en forma de calor se usa para procesos químicos, calentar edificios, agua, mover turbinas, generar electricidad, secar granos o destruir desechos peligrosos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Sistemas fototérmicos.</li> <li>☒ Sistemas fotovoltaicos</li> <li>☒ Secador solar híbrido con un costo de cien mil pesos</li> <li>☒ Calentadores solares planos</li> </ul>                                  |
| <b>Energía de la Biomasa</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ El aprovechamiento como combustible es beneficioso para el entorno: elimina residuos, ayudando a disminuir el riesgo de incendios y la acumulación de desechos y aguas residuales que contaminan el subsuelo y aguas subterráneas.</li> <li>☒ Es fácil de almacenar.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Opera con enormes volúmenes de combustibles.</li> <li>☒ Se recurre al pastoreo y a las actividades agrícolas que compiten con el uso forestal del suelo provocando deforestación.</li> <li>☒ Puede tenerse un aprovechamiento seguro de la biomasa, cuando el ciclo de producción y extracción no se perturba en forma permanente por ejemplo, la regeneración de la integridad forestal.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Generación cercana a los <b>150 Megavatios</b> de electricidad, con sólo desechos sólidos de basura</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Su rendimiento, expresado en relación a la energía solar incidente sobre las mismas superficies (0,5% a 4%, contra 10% a 30% para las pilas solares fotovoltaicas).</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>☒ Biogestor</li> <li>☒ Estufas de pellets</li> <li>☒ Calderas de pellets</li> <li>☒ Las superficies terrestres y acuáticas, de que puede disponer no tienen comparación con las que pueden cubrir.</li> </ul> |

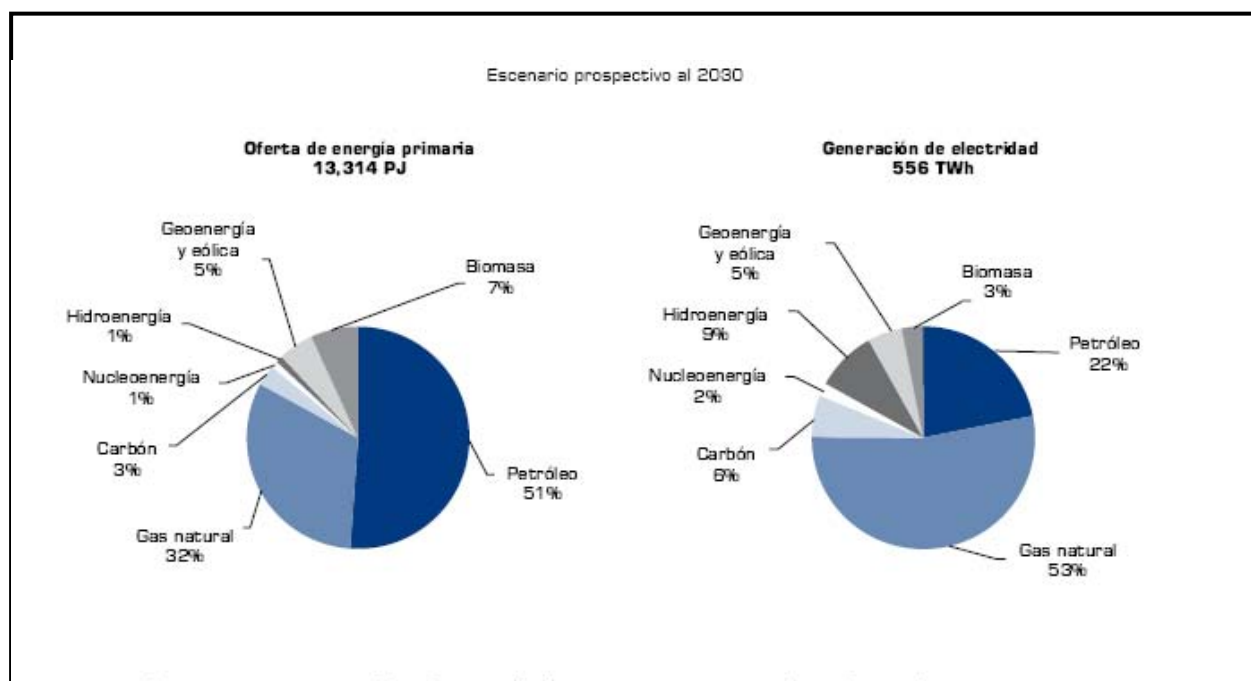
| CUADRO IV: CARACTERÍSTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES |   |  |  |   |   |
|---|---|--|--|---|---|
| <p><b>Energía Eólica o de viento</b></p>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Generación eléctrica y bombeo de agua.</li> <li>❑ El viento contiene energía cinética (de las masas de aire en movimiento) que puede convertirse en energía mecánica o eléctrica.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Es servible sólo donde tienen presencia corrientes de aire fuertes.</li> <li>❑ Los vientos con velocidades promedio entre 5.0 y 12.5 metros por seg. son los aprovechables.</li> <li>❑ el funcionamiento de estos sistemas produce cierta contaminación : Emisión de ruido</li> <li>❑ Degradación del aspecto paisajístico</li> <li>❑ Peligro de accidentes por desprendimiento de palas del rotor;</li> <li>❑ Interferencias electromagnéticas</li> <li>❑ Impacto sobre cierto tipo de fauna (aves)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Con un aerogenerador cuyas aspas tienen un diámetro de 40 metros y sujeto a vientos con velocidad promedio de 8 m. por seg., se pueden tener <b>600 kilowatts</b> de capacidad.</li> <li>❑ Una generación de 0.29 petajoules</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Puede proveer de electricidad a un conjunto habitacional de 200 departamentos.</li> </ul>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Aerogeneradores y bombas de agua.</li> <li>❑ Las corrientes se impulsan con aspas, que a su vez ponen en funcionamiento generadores eléctricos que producen corrientes eléctricas.</li> <li>❑ Otro medio son aeroturbinas, compuestas por un arreglo de aspas, generador y torre.</li> </ul> |
| <p><b>Energía Hidráulica</b></p>                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Produce energía mecánica y eléctrica.</li> <li>❑ La energía es aprovechada de las diferentes propiedades del agua.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ La obtención de energía requiere del empleo de electricidad, derivada de energías fósiles.</li> <li>❑ El aprovechamiento de esta energía exige intervenciones considerables en el medio ambiente (por inutilización de superficies, modificación del régimen hidrológico, etc.)..</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Una capacidad instalada de <b>9,056 Megavatios, (MW)</b> genera <b>26,639 GW-hr</b></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ El mayor aprovechamiento de esta energía se realiza en los saltos de agua de las presas y cascadas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>❑ Plantas Hidroeléctricas con vaso de almacenamiento/ agua corriente/subterráneas</li> </ul>   |

Elaboración propia con datos extraídos de varias fuentes: Uranga, Alvarado Aime, Energías Renovables y Medio Ambiente. México y la Unión Europea; María del Pilar Longar Blanco y José Ángel Alvarado Martínez. "Energía Renovable" en Mundo Siglo XXI. INEGI, Estadísticas del medio ambiente, México 1995.

Como puede observarse, las energías renovables utilizan tecnología todavía en desarrollo e implican necesariamente un cambio en las instalaciones actuales de producción de energía que en economía significa una fuerte inversión/gasto; sin embargo, prácticamente no generan residuos y a la larga constituyen ganancias importantes en el sentido medioambiental. Todas las tecnologías de energías renovables han experimentado un crecimiento continuo de hasta un 35% anual durante los últimos 20 a 30 años y se espera que se consoliden a un alto nivel entre 2030 y 2050 de acuerdo al gráfico 4.

De acuerdo con la exposición gráfica, de estimularse las tareas de investigación, en el año 2030 la bioenergía eléctrica o Biomasa podría representar entre 7% y 17% de la oferta nacional, lo que abatiría hasta 16% las emisiones de bióxido de carbono.

**Gráfico 4**



Fuente: Una Visión al 2030 de la utilización de las Energías Renovables en México. UAM, México, 2005.

Como se ha señalado las energías alternativas y renovables ofrecen una opción para atender un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos de México. Varias de las fuentes alternas de energía tienen ventajas (ver Cuadro IV), una de las principales el

ser renovables (no se agotarán el sol, ni los vientos, ni las caídas de aguas durante muchos años) y México es un lugar privilegiado para el aprovechamiento de varias de ellas, es el caso de la Biomasa.

La biomasa, utilizada principalmente para calentamiento a través de tecnologías convencionales de combustión, es la fuente de energía renovable más importante en México, representando el 3% del consumo total de energías primarias. Por lo tanto, los recursos energéticos no convencionales de México no han sido hasta ahora debidamente cuantificados, ni sistemáticamente caracterizados con fines de generación de energía eléctrica o biocombustibles, pero a juzgar por sus manifestaciones, puede inferirse que son abundantes. Expertos en el tema han realizado estimaciones y mediciones puntuales, cuyos resultados en relación a la biomasa, se pueden resumir de la siguiente manera:

La producción de desechos sólidos (basura) se estima en unas noventa mil toneladas por día, la energía contenida en ellos podría soportar una capacidad de generación cercana a los 150 megavatios (MW) de electricidad [Jorge M. Huacuz Villamar, 2000]. En este mismo grupo la producción de residuos agrícolas, forestales y de la industria maderera no está debidamente cuantificada, con excepción del bagazo de caña, que se estima suministra casi 70% del consumo final energético de la industria azucarera [Secretaría de Energía, 2007]. Tampoco están cuantificados los desechos líquidos agroindustriales y de la industria alimenticia, ni los estiércoles de ganado bovino y porcino, que pueden ser una fuente importante de gas combustible.

La forma de aprovechar la biomasa como energético puede ser a través de la combustión directa, como tradicionalmente se ha aprovechado en México la leña y el bagazo de caña, o bien mediante la conversión de la biomasa en diferentes hidrocarburos a través de diferentes tipos de procesos.

Sin embargo, la gasificación de biomasa, la licuefacción de biomasa, y las tecnologías de generación de energía a partir de biomasa, no han llegado a desarrollarse en México; porque la introducción y utilización de la biomasa se comienza a valorar en la factibilidad de la utilización directa; es decir, se refleja en el tradicional aprovechamiento

de la leña y el bagazo de la caña, o mediante la conversión de la biomasa en diferentes hidrocarburos a través de distintos procesos de transformación.

Sin duda, sea o no el caso de la biomasa, el crecimiento de potencia instalada; es decir, el crecimiento de aplicación de uso de energías alternativas como solar o eólica va a incrementarse para el 2020 y en los próximos años. Además dicho incremento del peso específico de las Energías Renovables dentro del panorama energético nacional lleva aparejado un incremento considerable de la actividad empresarial en este sector y por tanto significativo con relación a puestos de trabajo.

El riesgo de no aprovechar el gran potencial que México tiene en fuentes alternas de energía, sería que México podría convertirse en importador de energéticos y verse en una posición dependiente de otros países, respaldado en que el noventa por ciento de la energía que consume proviene del petróleo, el gas y sus derivados.<sup>24</sup> Se esperaría que impulse una conversión donde la prioridad continúa centrada en las fuentes fósiles, el cambio más tangible y esperado es el movimiento de la dependencia del petróleo hacia el gas, una energía en la que no somos autosuficientes.

---

<sup>24</sup> Fuentes alternas, Consultores Internacionales (CI), 21 de marzo de 2007.



## CAPITULO III

### ¿QUÉ ES LA BIOMASA?

## CAPÍTULO III: ¿QUÉ ES LA BIOMASA?

### 3.1 Generación y formación de la energía renovable: Biomasa

La biosfera es la capa que se extiende entre 8 y 10 kilómetros en la atmósfera y aproximadamente la misma distancia en las profundidades del mar; constituida por vapor de agua, dióxido de carbono y otros gases que ayudan a regular el clima, y que permanecieron estables por miles de años.<sup>25</sup> La vida moderna y sus procesos industriales provocaron cambios a estas condiciones naturales: emisión de contaminantes clasificados en dos grandes grupos: los contaminantes criterio (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y plomo) y los tóxicos atmosféricos; compuestos que han conducido a una mayor retención del calor del sol (efecto invernadero) lo que provoca el gradual aumento en la temperatura de la tierra o calentamiento global.

Y ello, aunado a la acelerada pérdida de la biodiversidad, provocada por la deforestación inmoderada de bosques y selvas; el avance de la frontera agrícola donde se utilizan dañinos fertilizantes para el suelo.

“La situación se agrava ante la pérdida de 19 por ciento de la tierra forestal, mientras que los campos agrícolas aumentan cada vez más. De acuerdo con estimaciones de la FAO, para 2010 las tierras agrícolas habrán aumentado de 760 a 850 millones de hectáreas cultivadas, tan sólo en los países en desarrollo, lo que implica consecuencias desastrosas para los recursos forestales, los cuales están desapareciendo de forma acelerada.”<sup>26</sup>

También se agrava la contaminación del agua por desechos de los residuos químicos de los procesos industriales y la urbanización que incluye la creciente demanda de energía para las actividades cotidianas, por indicar algunas.

---

<sup>25</sup> Longar, Pilar, José Alvarado y et al. *Perspectivas de Energía Renovable*, Mundo siglo XXI. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, Instituto Politécnico Nacional, México, 2005. p. 30.

<sup>26</sup> Solano, Laura, *Los bosques, arma contra la pobreza* en la Jornada, sección Sociedad y Justicia, 29 de marzo de 2006.

Con frecuencia se alude, a las propuestas que los científicos por mucho, han dado a conocer destacando la opción que la naturaleza nos da para vivir sustentablemente con energía. Como dice Antonio Peña (1990, p.10) ...”En la naturaleza nunca se puede hablar ni de utilización ni de gasto de energía, sino de su transformación de unas formas en otras; [...] los seres vivos manifiestan ser transformadores de energía de diferente manera. Son pues, muchísimas las formas que puede tomar la energía.”

Una de las formas de energía es la perteneciente al grupo de las energías renovables (ER), de este conjunto se subraya el interés por la Biomasa. Por ello, cuando se habla de la generación o formación de la Biomasa es imprescindible no dejar de comentar su flujo de energía y su ciclo anaeróbico (Figura3).

El flujo de energía a través de los ecosistemas es el factor más importante en su organización. De la energía solar que alcanza la superficie de la Tierra, una fracción muy pequeña, deriva a los seres vivos, suficiente para que se lleve a cabo el proceso de fotosíntesis a través de las plantas, (las plantas acumulan energía y separan las moléculas de bióxido de carbono, acumulando el carbono en forma de hidrocarburos y soltando el oxígeno) que ocupan el primer nivel como únicos organismos autótrofos o productores primarios (soportan todos los niveles de la cadena alimentaría o trófica). Los organismos fotosintéticos, tanto terrestres como marinos, pueden ser considerados como convertidores continuos de la energía solar, y por consiguientes renovales, en materia orgánica, refiere Boyle (2004).

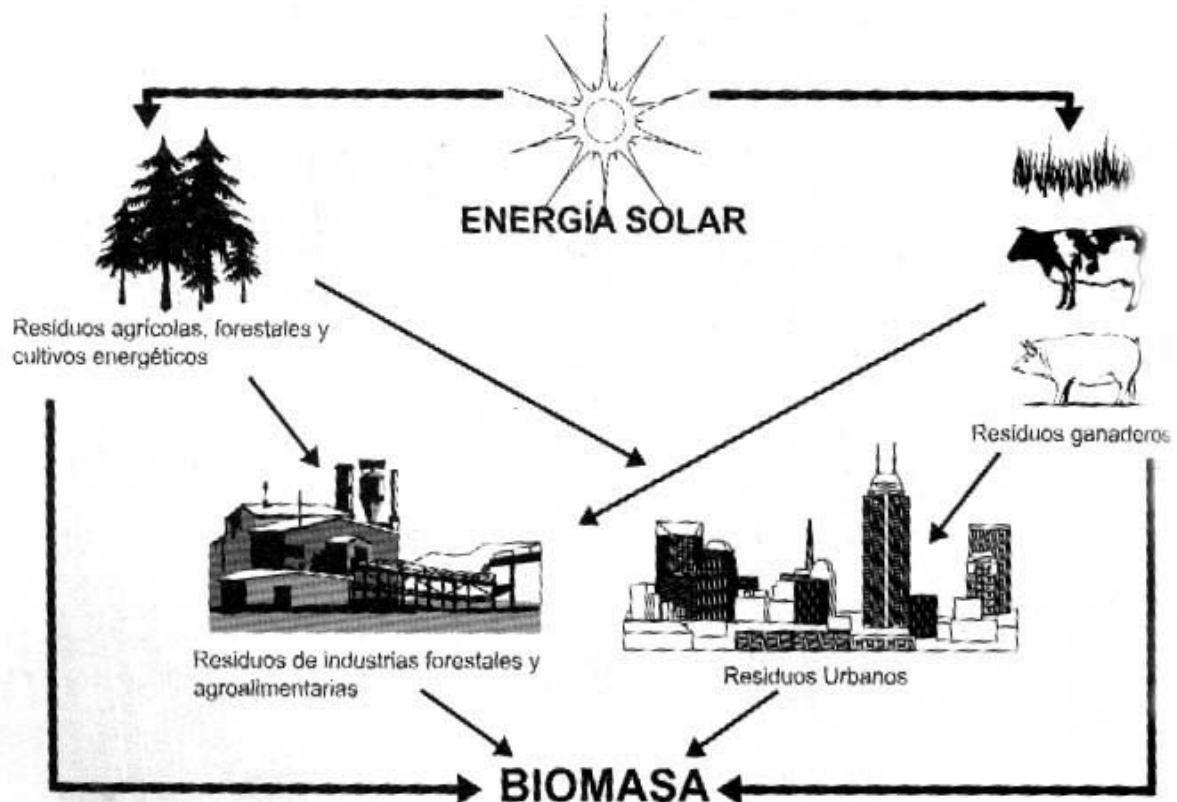
Por lo tanto, se plantea el término de Biomasa con distintos enfoques, pero complementarios. El primer enfoque concerniente a la biología señala: es aquella materia orgánica renovable de origen vegetal y animal. La cantidad de masa biológica (medida en gramos o en toneladas métricas), producida en un periodo y área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico.<sup>27</sup>

---

<sup>27</sup> Ob. cit. (21) p.31

En una definición más amplia, la Biomasa es toda la materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales procedentes de su transformación natural o artificial. La energía de la biomasa es aquella que se obtiene de la vegetación (leña, arbustos); cultivos acuáticos; residuos forestales (la paja, bagazo de caña); de industrias madereras, papeleras y agroalimentarias (maíz, caña de azúcar); restos de poda; residuos sólidos urbanos; aguas residuales y desechos animales (estiércol, residuos de explotaciones agroganaderas), entre otros.

Figura 3: Ciclo de la Biomasa



Biomasa. Representación esquemática del ciclo anaeróbico y co-digestión (residuos) animal y basura orgánica, OECD, 2004

Segundo enfoque, desde la perspectiva económica menciona Jonson: ...”la Biomasa es la energía renovable que comprende el potencial de crear trabajos, crecimiento económico y desarrollo, reduce la demanda y costo del petróleo; direccionará los problemas desérticos y el cambio climático”.

### **3.2 Tipos de Biomasa.**

Genéricamente las fuentes de biomasa se pueden clasificar como primarias (recursos forestales) y secundarias (básicamente los residuos como aserrín, residuos de las hojas de árboles, los agrícolas, pajas rastrojos y los urbanos). Sin embargo, existen diferentes tipos o fuentes de biomasa que pueden ser utilizados para suministrar la demanda de energía.

a) Biomasa natural. Es la que se produce espontáneamente en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana. Gracias al proceso de fotosíntesis, la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal (biomasa). Los recursos generados en las podas naturales de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa que, junto con la madera y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas, pueden ser utilizadas como combustible.

b) Subproductos forestales y madereros: El aprovechamiento forestal y la industria de la madera también producen residuos, en forma de ramas, corteza, astillas, aserrín, susceptibles de ser aprovechados como combustibles. La utilización de estos recursos requiere de la gestión de su adquisición y transporte hasta la empresa.

c) Biomasa residual seca. Se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas, en las forestales y en los procesos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera y que, por tanto, 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, las poda frutales, el aserrín, entre otros.

d) Biomasa residual húmeda. Es la que genera cualquier actividad humana, en los procesos agrícolas, ganaderos y los del propio hombre, tal como, basuras y aguas residuales. Son los denominados biodegradables: las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos.

e) Biomasa producida. Es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible. Cultivos energéticos o agroenergética realizados con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Algunos ejemplos son el cardo, el girasol, la caña de azúcar, el maíz cuando se destina a la producción de biocarburantes, por mencionar algunos.

f) Biocarburantes. 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 y almidón (maíz, trigo, etc.) o en los cultivos energéticos (colza, girasol, palma aceitera, etc.), por sus especiales características y usos finales este tipo de biomasa exige una clasificación distinta a las anteriores (María del Pilar Longar Blanco y José Ángel Alvarado Martínez, 2006).

### 3.3 Combustibles Derivados de la Biomasa

Los Combustibles derivados de la biomasa abarcan varias formas diferentes, entre ellas (Cuadro V):

| COMBUSTIBLE  | TECNOLOGÍA DE OBTENCIÓN      | PROCESO                 | USOS   |
|--|------------------------------|-------------------------|--|
| Libera agua y gas carbónico  | <b>Método Térmicoquímico</b> | La combustión           | Sirve para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.  |
| Libera un gas con débil poder calorífico.<br><br>Asegura una gasificación casi total de la Biomasa.                        |                              | La Pirólisis            | Produce carbón vegetal y sirve para accionar motores diesel, producir electricidad o mover vehículos, o bien servir de base para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol.<br><br>La pirolisis da lugar a líquidos como el alquitrán, un combustible con poder calorífico de 9,000 o 10,000 Kcal por litro También da lugar a la producción de monóxido de carbono que es un gas que puede emplearse como combustible. |
| Bioalcohol, que procede de materias azucaradas tales como granos de cereal, tubérculos o caña                              |                              | -Pirolisis flash        | Mediante fermentación de ellas se extrae etanol que se puede utilizar mezclado con gasolina, en forma de ETBE, o directamente, sustituyendo totalmente a la gasolina como combustible.   |
| Se obtiene alcohol etílico anhídrido, es una operación muy costosa en energía, pues presenta un balance energético dudoso. | <b>Método Biológicos</b>     | Fermentación alcohólica | Utilización en motores de explosión  |
| La celulosa es la sustancia esencial que se degrada, contiene alrededor de 60% de metano y 40% de gas carbónico            |                              | Fermentación metánica   | El empleo de digestores acerca a la autonomía energética de las explotaciones agrícolas, por recuperación de las deyecciones y camas del ganado.   |
| Se transforma en un gas de alto contenido energético o biogás  | <b>Digestión Anaerobia</b>   | Filtración              | Disminuye la carga contaminante y generan subproductos como fertilizantes.<br><br>El biogás puede emplearse para producir energía térmica, eléctrica o en sistemas de cogeneración.  |

Elaboración propia con base en: María del Pilar Longar Blanco y José Ángel Alvarado Martínez. "Energía Renovable" en la Revista Mundo Siglo XXI, 2006.

Bajo el nombre de biomasa se incluyen un conjunto muy amplio de residuos forestales, agrícolas, ganaderos y aquellos productos potenciales energéticos resultantes de la agricultura. Se utilizan de diversas formas para:

- Usos industriales: En un esquema que comprende producción de vapor en calderas o calentamiento en hornos y grupos turboalternadores; utilizan materiales leñosos, paja, cultivos energéticos como es el caso del cardo, etc.
- Producción de electricidad: Combustible para usos domésticos en estufas, cocinas, etc. En general se utilizan materiales leñosos.

Son dos alternativas que se pueden aplicar directamente conectadas a la red eléctrica general o en aplicaciones aisladas.

- Obtención de combustibles líquidos de automoción (Biodiesel): Es un combustible de origen vegetal que reemplaza al diesel derivado del petróleo, con una serie de cualidades que superan por mucho el desempeño del diesel tradicional. Proviene de materias oleaginosas como los aceites de girasol, de colza u otros, también se obtiene a través de residuos de la grasa o aceites de cocina o industriales. En este caso, los aceites se esterifican con alcohol para obtener el biodiesel más glicerina. En un proceso de digestión para producir un gas que se quema en un motor diesel.
- Usado como materia prima, reacciona con metanol en presencia de una base, usualmente hidróxido de sodio o potasio, en ausencia de agua para producir el ester de metilo correspondiente al ácido graso contenido en el triglicérido de partida y glicerina como subproducto.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup> Aguilar, González Jorge Luís, Biodiesel: ejemplo notable de combustible alternativo, en *Energía a debate*, p.44



### **3.4 Tecnologías para la obtención de energía de Biomasa**

La tecnología de producción no es complicada y como se dijo antes es particularmente nueva. Sin embargo la utilización práctica de las distintas formas de Biomasa requiere de técnicas y sistemas de conversión (ver cuadro anterior).

- Métodos termoquímicos. Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca y, en particular, a los de la paja y madera.
- Métodos biológicos. Estos métodos se realizan a través de la fermentación y destilación de azúcares.
- Fermentación. Los procesos de fermentación de alcohol y su destilación son conocidos y empleados desde la antigüedad, para la producción de vinos y aguardientes. A través de este mismo proceso es posible obtener etanol, un alcohol que se emplea como combustible en la sustitución de la gasolina o mezclado con ella, y como insumo en la obtención de productos químicos (vitaminas, antibióticos, solventes y otros). La caña de azúcar, el sorgo dulce, las frutas y la remolacha son los cultivos más fácilmente convertibles en etanol; los azúcares base de la fermentación se obtienen con pretratamientos suaves tales como prensado, corte o lavado de los cultivos. Los procesos de fermentación tienen una eficiencia de conversión muy alta, ligeramente superior al 85%.
- Biometanación. Los desperdicios orgánicos con alto contenido de humedad se alimentan a un recipiente llamado digestor biológico. Por la acción de microorganismos, la materia orgánica se transforma en biogás (una mezcla de bióxido de carbono y metano), que puede aprovecharse como combustible, produciéndose además lodos residuales que son empleados como mejoradores de suelos o fertilizantes.
- Biogás de los rellenos sanitarios. El biogás también se produce en rellenos sanitarios, que contienen gran proporción de desechos orgánicos húmedos, y en donde existen las condiciones adecuadas para que proliferen las bacterias anaeróbicas que al digerir esos desechos producen el metano y el bióxido de carbono en el interior del relleno. Por ejemplo, un relleno sanitario de la Ciudad de México con 5.6 millones de toneladas de residuos sólidos produce suficiente biogás para alimentar una planta de 5 mil megavatios de capacidad para operar durante 10 años.

### **3.5 Tecnologías para la generación de energía de Biomasa**

En este rubro es indispensable tener en cuenta que puede optarse por diferentes sistemas tecnológicos. Conforme a las características de los recursos, de la cuantía disponible y del tipo de demanda energética requerida.

En general, los sistemas comerciales existentes en el mercado para utilizar la biomasa residual seca se pueden clasificar en función de que estén basados en la combustión del recurso o en su gasificación.

- Sistemas basados en la combustión de la biomasa: Obtienen rendimientos de combustión muy elevados de hasta 95% (caldera) y puede cubrir una demanda térmica de una empresa.
- Sistemas basados en la gasificación de la biomasa: Cuando se desea generar energía térmica y/o eléctrica con biomasa, ésta se puede introducir en equipos en los que por la acción del calor y la carencia de oxígeno producen un gas combustible (gasificador y un sistema de limpieza del gas) que puede emplearse de forma similar al uso del gas natural u otros combustibles gaseosos.
- Pirólisis: Es el proceso en la descomposición térmica de la biomasa en ausencia total de oxígeno. En procesos lentos y temperaturas de 300°C a 500°C el producto obtenido es carbón vegetal, mientras que en procesos rápidos (segundos) y temperaturas entre 800 °C a 1200 °C se obtienen mezclas de compuestos orgánicos de aspectos aceitosos y combustibles sólidos (leña, astillas, carbón vegetal), líquidos (biocarburantes, aceites, aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos orgánicos) y gaseosos (biogás, hidrógeno ).

Los que aprovechan el contenido energético de la biomasa residual húmeda están basados en su digestión anaeróbica y, por último, para ambos tipos de recursos, existen tecnologías que posibilitan la obtención de biocarburantes.<sup>29</sup> En función de las

---

<sup>29</sup> Ob. cit (21) p.33

características del combustible y del destino del gas generado es más conveniente un tipo de aplicación u otro.

- Digestión anaerobia: El proceso biológico permite el aprovechamiento del potencial energético de la biomasa residual. De todos los procesos, el compostaje y la digestión anaeróbica son los más empleados y ya se encuentran a escala comercial.
- Digestor: Biodigestor o digestor de desechos orgánicos es un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excrementos animales y humanos, desechos vegetales -no se incluyen cítricos, ya que acidifican-, etcétera) en determinada dilución de agua para que se descomponga, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio. Este sistema puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás y cámaras de hidropresión y postratamiento (filtro y piedras, de algas, secado, entre otros) a la salida del reactor.
- El fenómeno de biodigestión ocurre porque existe un grupo de microorganismos bacterianos anaeróbicos presentes en el material fecal que, al actuar sobre los desechos orgánicos de origen vegetal y animal, producen una mezcla de gases con alto contenido de metano (CH<sub>4</sub>) llamada biogás, sumamente eficiente si se emplea como combustible. Como resultado de este proceso genera residuos con un alto grado de concentración de nutrientes y materia orgánica (ideales como fertilizantes) que pueden ser aplicados frescos, pues el tratamiento anaerobio elimina los malos olores y la proliferación de moscas. Se debe controlar ciertas condiciones como pH, presión y temperatura a fin de que se pueda obtener un óptimo rendimiento.<sup>30</sup>
- El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales.

---

<sup>30</sup> <http://www.ruralcostarica.com/biodigestor-2.html>

## CAPITULO IV

# BIOMASA: RAZONES QUE IMPULSAN SU UTILIZACIÓN

## **CAPITULO IV: BIOMASA: RAZONES QUE IMPULSAN SU UTILIZACIÓN**

Trascendiendo la problemática ambiental que surge con mayor importancia año tras año en todas partes del mundo, se enfocan la preocupación por una contaminación sin fronteras; el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero; un cambio climático que amenaza la biodiversidad; y la propia supervivencia de la especie humana, razones para impulsar las energías renovables e insistir en la búsqueda de nuevas tecnologías alternativas para llevar a cabo acciones que contrarresten la presión que se ejerce sobre el planeta.

De esta manera, una de las razones principales de origen que desembocan las alteraciones mencionadas es el actual sistema energético. El desarrollo de nuestra sociedad moderna está basada en la utilización de la energía, yace en un amplio abanico de actividades cotidianas, productivas y recreativas dependientes de la energía eléctrica. En un esquema simple sus aplicaciones se pueden dividir en dos grupos:

- Combustibles de uso directo: empleados básicamente para la calefacción doméstica y de edificios, en diferentes procesos industriales y en automoción. Proviene en gran medida del petróleo, pero también del carbón y el gas natural. La utilización de estos combustibles genera el gas dióxido de carbono, quien más problemas causa, proviniendo de la quema de combustibles fósiles.
- Electricidad: Proviene de diferentes fuentes carbón y otros combustibles fósiles, energía hidráulica y nuclear. Se emplea en iluminación y en accionamiento de electrodomésticos, maquinaria industrial y otros procesos industriales. En ambos casos, la energía se recibe desde empresas de medio y gran tamaño a través de redes de transporte y distribución complejas que suponen inversiones de fuerte magnitud.

En este sentido, el asunto de los energéticos es de actualidad y está presente en todos los medios, básicamente por dos razones: primero porque hay una disminución de recursos como el petróleo, el cual es de gran importancia para el presupuesto público. Segundo, es innegable su carácter estratégico de hecho en el siglo XX y aún a

principios del XXI, las potencias mundiales para asegurar la prosperidad de su comercio, dependen del acceso a las fuentes de este combustible. Pero también hay una serie de problemáticas ambientales relacionadas con la explotación y el uso de las energías utilizadas.

Para la especialista, Claudia Sheinbaum Pardo (2007) en “un modelo de carbón sucio” donde se ha hecho mal uso de los combustibles debe redirigirse con el cambio tecnológico inducido. Significa que es necesario vincular la producción petrolera con un horizonte de transición energética y enmarcar la opción de desarrollar formas de producción energética amistosas (solar, eólica, biomasa), construir soluciones que apunten al origen de los problemas.

#### **4.1.1 Razones para la utilización de Biomasa en México**

En todas partes del mundo acontece la problemática y se halla la contrariedad de ya no ser el agotamiento del petróleo la dificultad, sino haber extraído ya el más fácil de sacar, el de mejor calidad y el más barato; es decir, la extracción del petróleo ya no es tan factible y cada vez es más complicado este procedimiento. En menos de 150 años se ha quemado alrededor de la mitad de lo formado en millones de años. Uno de los diversos ángulos desde el cual se puede abordar el tema del impulso de la Biomasa.

En el nivel tanto nacional como internacional 55 países de los 65 productores principales como Estados Unidos, Venezuela, Reino Unido, Noruega, China, Dinamarca y México, han rebasado el pico de su producción y están declinando en su horizonte.

Para México, que se encuentra en el ranking mundial número quince de los países con reservas probadas de petróleo crudo, en el sitio 35 respecto a las de gas natural y en cuanto a extracción en la sexta y onceava posición de esos dos elementos. Sumado a ello, las reservas mexicanas probadas de crudo alcanzan 9.3 años al ritmo actual y para 2011 se podría importar petróleo, pues han ido bajando constantemente en la última década (Luca Ferrari, director del Centro de Geociencias, 2007).

En este orden de ideas, la situación energética nacional es compleja y quizás haya problemas no sólo con el abasto interno de petróleo y gas natural, sino también con la balanza de pagos y exportaciones petroleras. Un ejemplo es, México contaba en 1990 con reservas de 50 mil millones de barriles de petróleo, pero en 1997 cayeron a 30 mil millones y en el 2004 a 16 mil millones [SENER, 2006]. Similar situación enfrentan las reservas de gas natural; en 1990 eran 70.6 trillones de pies cúbicos y en el 2004 descendieron a 10.59 trillones. Esta disminución se debe a los pozos con los que se cuentan no son rentables por cuestiones geológicas y tecnológicas. Este declive ha hecho que se importe diariamente 1.2 billones de pies cúbicos de Estados Unidos y que, con un crecimiento de la demanda de gas al 7%, se requieran de mayores importaciones.

Del mismo modo, la infraestructura de energía está en riesgo debido a los efectos del cambio climático que afecta de manera desigual a los sectores productivos y a las regiones del país. A su vez el incremento en la intensidad ciclónica en el Caribe y el Golfo de México; la frecuencia y severidad de las sequías afectan buena parte del país, quedando expuestas a mayores riesgos las infraestructuras de energía, comunicaciones, transportes, urbanas e industriales.

Partiendo de las consideraciones expuestas, el sector energético históricamente ha estado dirigido a satisfacer la demanda interna y externa de energía a través de la explotación de los energéticos no renovables, lo cual se ha traducido en dependencia energética, económica, política y social de dicho energético. Aún más, México no tiene operando y ni siquiera se cuentan con plantas de procesos para la refinación del petróleo<sup>31</sup> que permitan cumplir en el futuro inmediato con estándares de calidad altamente rigurosos. Como dice Juventino García (2007) en su trabajo: *“Exorcizando al petróleo”*; en su lugar se ha optado por la importación de gasolinas, incluida la baja en

---

<sup>31</sup> El petróleo contiene muchas impurezas de diversa naturaleza. De éste ciertas impurezas son retiradas durante el proceso de refinación; sin embargo algunas permanecen en los productos finales de consumo masivo: las gasolinas y el diesel. Debido a la gran estabilidad de la estructura que presentan los compuestos (azufre, nitrógeno) resultando difícil removerlos de los productos finales.

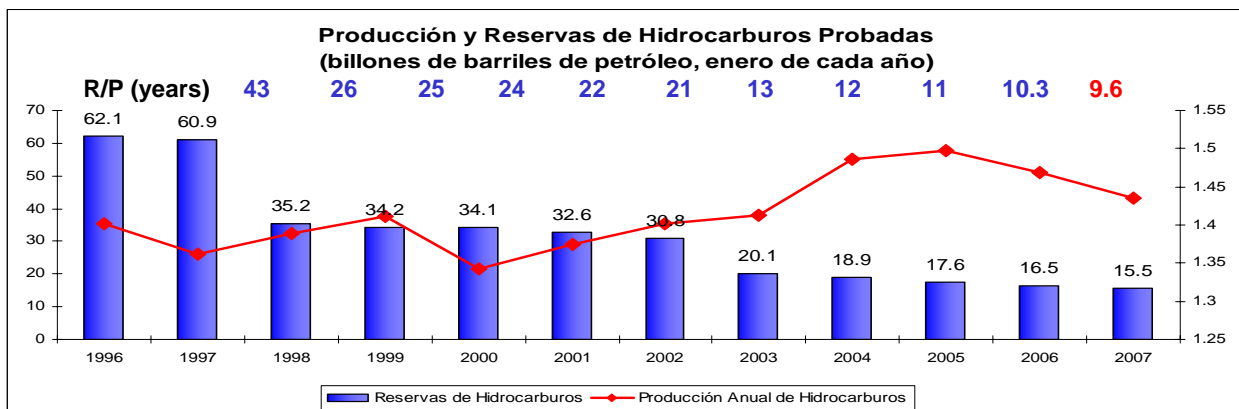
contenido de azufre, sin pensar en una necesaria y fuerte inversión local en investigación y tecnología, así como en refinación.

Uno de los retos más apremiantes de la industria petrolera mexicana es la incorporación de reservas y su restitución, así como la exploración en aguas profundas y la explotación de campos marginales, para continuar con el desarrollo de las reservas de alta productividad y bajo costo existentes en el subsuelo de los combustibles fósiles.

Estos problemas ponen en duda el funcionamiento del papel que cumple el sector energético dentro de nuestro país y resulta penoso que un país petrolero no invierta importantes sumas de dinero en la generación de su tecnología. Las consecuencias están a la vista: malas gasolinas, gran contaminación, diversas enfermedades, dependencia en la importación de combustibles que deberíamos producir y malas administraciones.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) sufre una politización que refleja administraciones deficientes. Oscar Peralta en su trabajo el *PUE y la política energética del país* argumenta que “en la administración de Fox se intentó reformar la legislación para permitir la inversión de capital privado en los hidrocarburos”. En consecuencia, enfatizar esta problemática plantea nuevos retos, porque al descapitalizar a la empresa petrolera sin lugar a dudas no tendrá recursos para explorar nuevos yacimientos ni explotar petróleo y gas natural, en la manera que el mercado y la demanda lo requieren; lo cual se traduce en riesgo de la seguridad en el abasto energético y se denota en el siguiente gráfico 5

Gráfico 5



Fuente: PEMEX marzo del 2007



En los últimos 10 años la producción de hidrocarburos ha sido basada en proveer al mercado de las reservas. Por lo tanto, las reservas han disminuido a un promedio anual de 11%. Como consecuencia, las reservas se encuentran en un nivel crítico de 9.6 años de producción de hidrocarburos y 9.3 años de de petróleo crudo.

El tema es complejo y demanda ideas en conjunto: gobierno, partidos, empresarios, ingenieros, científicos, ecologistas y sociedad en general. Con todo lo anteriormente revisado, hay que añadir el valor de tener una política que relacione ingreso petrolero con inversión energética convencional y fuentes alternativas. La propuesta del Foro Económico Mundial (*WEF* por sus siglas en inglés) muestra las debilidades y virtudes de los países para mejorar su rendimiento, pide al país mirar hacia Noruega para conocer otra forma de invertir los ingresos petroleros, pues las deficientes instituciones y corrupción en México se están consumiendo estos ingresos.

Lo sostiene también Eugenio Anguiano, Investigador del Colegio de México señalando que..."El problema no es mera ineficiencia administrativa, sino que el fisco le quita a la empresa más de 676 mil millones de pesos para completar sus ingresos fiscales (alrededor de 40% del total). El ejercicio financiero de Pemex correspondiente a 2007 arrojó una pérdida neta de más de 16 mil millones de pesos". Ello refleja que a Pemex lo vacía de recursos su régimen fiscal, agravando la situación financiera de la petrolera.

Adicionalmente, y siendo parte de Latinoamérica debe considerar que su accionar energético de largo plazo se lleva a cabo dentro de una economía mixta, por lo que debe mantener empresas estatales fuertes que no permitan que el capital global haga lo que desee con los recursos, no debe cambiar su legislación y permitir que el capital privado y el mercado exploten sus reservas, no es necesario ni viable. En virtud de lo anterior, la mejor solución es no traducir la desaparición de la empresa estatal, sino al contrario fortalecerla y retener la hegemonía sobre el recurso energético del petróleo y demás con la generación e investigación de nuevas formas de energía; realizar cambios al régimen presupuestal de proyectos de energía y el financiamiento de proyectos energéticos. Recordando que nuestro desarrollo económico en gran medida es una función del comportamiento del sector energético.

### **4.1.2 Razones Comerciales**

Los indicadores económicos como la producción o la inversión han ido durante años en incremento, mientras que los indicadores ambientales son cada vez más negativos, resultando que ambos semblantes no crecen equitativamente.

Ante esta perspectiva, la mayoría de los países industrializados han establecido políticas, acuerdos, planes y programas para el desarrollo e implantación masiva de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables. Son tres los elementos que motivan el establecimiento de políticas en este sentido:

1. El compromiso que los países asuman frente a los acuerdos derivados del problema de cambio climático;<sup>32</sup>
2. las estrategias de cada país para la diversificación de sus mercados energéticos y
3. el interés de cada uno de los países industrializados por posicionarse de manera estratégica en el mercado de una nueva industria energética, lo cual representa nuevas fuentes de empleo, mayores exportaciones y la reactivación de muchas industrias tradicionales.<sup>33</sup>

En los acuerdos internacionales se han estipulado, reducir las emisiones aumentando la protección del medio ambiente; haciendo caso a la relación de aumento de generación eléctrica a partir de fuentes renovables. En este sentido, debido al incumplimiento de los instrumentos internacionales desarrollados como el Protocolo de Kyoto<sup>34</sup>, se ha señalado como insuficiente las medidas formadas hasta ahora y la propuesta es reconvertirlo, fortalecerlo y lograr un Kyoto energético, dejar un modelo basado en el uso de los combustibles fósiles como fuentes de energía baratas y contraponer un

---

<sup>32</sup> En la Conferencia de Naciones Unidas (2007), se plasmó en el informe realizado por los integrantes del Grupo Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) que mantener el actual nivel de concentración de partículas de dióxido de carbono (535 partículas de CO<sub>2</sub> por millón y 590 partículas por millón) costará entre 0.2 y 3% del PIB mundial de aquí al 2030.

<sup>33</sup> Jorge M. Huacuz Villamar, Opcit, p.3

<sup>34</sup> El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el Cambio climático (CMCC) se aprobó en el tercer período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP) en la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas celebrado en 1997 en Kyoto, Japón. El Protocolo establece compromisos jurídicamente vinculantes, además de los ya incluidos en la CMCC. Los países que figuran en el Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países miembros de la OCDE y países con economías en transición) acordaron reducir sus emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC y SF<sub>6</sub>) a un nivel inferior en no menos de 5% al de 1990 en el período de compromisos comprendido entre 2008 y 2010.

modelo nuevo que parte de tres premisas: la diversificación en las fuentes, la racionalización y eficiencia en el consumo y el respeto al medio ambiente.

En este panorama las ventajas que México puede aprovechar en virtud del Protocolo de Kyoto y el llamado Eurokyoto son bastantes por ejemplo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) inscritos en el Protocolo.

La aprobación de varios nuevos proyectos MDL se anunciaron en la Conferencia de las Partes para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático y la Primera Reunión de las Partes del Protocolo de Kyoto. En América Latina y el Caribe, el MDL<sup>35</sup> es una herramienta muy importante para el fomento de las energías renovables. Vemos que cada vez más figuran dentro de los MDL proyectos eólicos y de biomasa, que no son la mayoría, pero sí van en aumento.

Frente a la falta de inversión en infraestructura y de un enfoque integral en América Latina, se ha propuesto que los gobiernos instauren el mecanismo financiero conocido como MDL con la iniciativa privada para evitar dispersión de recursos y optimizar los servicios. Los países desarrollados miran a las economías emergentes o en desarrollo –que normalmente cuentan con mayor abundancia de recursos energéticos renovables– como mercados naturales para la exportación de sus tecnologías y para la explotación de esos recursos energéticos.

Pero, no hay duda de que la integración de la evaluación de riesgos y las alertas tempranas en las medidas de prevención y la atenuación de sus efectos pueden evitar que muchos peligros se conviertan en desastres, daños económicos y sociales en muchos países.

---

<sup>35</sup> Uno de estos proyectos tendrá lugar en México para capturar gas metano de 23 grandes fincas porcinas en el estado de Sonora. El metano se destinará a la generación de electricidad para uso de los propios establecimientos. El proyecto implicará una reducción anual equivalente a 121 mil 689 toneladas de dióxido de carbono, utilizado como medida patrón para los gases invernadero.

### **4.1.3 Razones empresariales para la utilización de la Biomasa**

Las presiones de los precios y del incremento de la conciencia pública sobre los costos de la contaminación, cambio climático y de una declinante calidad de vida están inspirando un cambio de dirección en el comportamiento de muchas empresas en México, Estados Unidos y Europa quienes se están especializando en fuentes de "energía verde" como la eólica, la solar y la de la biomasa.

Los altos precios y momentos álgidos alcanzados por el petróleo están estimulando además innovaciones radicales dentro de industrias conectadas históricamente con las petroquímicas, desde el año 2000, la estadounidense DuPont ha estado usando el maíz como sustituto de petroquímicos y anticipó que 25% de todos sus productos contendrán estos ingredientes agrícolas en 2010. En la misma dirección, la compañía estadounidense Wal-Mart, busca reducir despilfarros y costos en energía, y mejorar su empañada imagen ante sus trabajadores, los consumidores y la comunidad publicando anuncios de ser una empresa socialmente responsable del medio ambiente registrada ante el Centro Mexicano.

En el sector del transporte, que es la fuente de emisiones de gas que más rápidamente aumenta, destaca como opción la fabricación de vehículos con etanol y el biodiesel que ya están en el mercado. Por mencionar algunas, Toyota usará etanol<sup>36</sup> como combustible en 2008, vendiendo un vehículo de consumo flexible en Estados Unidos, que funciona con hasta 85% de etanol o con gasolina normal, ante el aumento en el interés por el etanol, un combustible fabricado con plantas como el maíz y la caña de azúcar. (Bernard Simon y James Mackintosh, en El Universal, 2006)

La empresa alemana Volkswagen (VW) planea vender vehículos que funcionan con etanol, ha puesto en marcha una iniciativa traducida en la presentación de dos modelos: el Volkswagen Polo BlueMotion, que consume 3.9 litros a los 100 kilómetros y

---

<sup>36</sup> El etanol se mezcla con petróleo para uso en los vehículos llamados de combustible flexible, los cuales emiten menos gases de efecto invernadero, y existe un impulso cada vez mayor para que los conductores usen combustible con mayor contenido de etanol. Stephen Foley, El Independiente, 20 de enero de 2007. p.22

alcanza una velocidad de 176 km/h y el Concept A, que equipa un motor TSI, de gas natural y usa una media de sólo 5.0 kilogramos de gas natural cada cien kilómetros. El presidente del grupo automovilístico alemán, Bernd Pischetsrieder, ha expresado el propósito de la marca de hacer de la sostenibilidad, su estrategia de futuro, con los retos concretos de que cada nuevo modelo consuma menos que el anterior, mantener el estandarte de los 3 litros como consumo promedio en los vehículos más moderados y que los nuevos propulsores del grupo puedan funcionar tanto con los combustibles fósiles tradicionales como con combustibles renovables procedentes de la biomasa.

Este asunto, sin duda representa varias líneas de reflexión, por un lado constituye un esfuerzo reciente de los fabricantes por entrar y ampliar sus segmentos de mercado. Al mismo tiempo, los fabricantes de automóviles en varios países están recurriendo al etanol como un medio poco costoso para ganar reputación de protectores del medio ambiente. Excusando, que los autos de etanol y biodiesel son la respuesta para el futuro de los autos, pero eso no es del todo cierto.

Para ello se vale de que al gastar menos combustible que un auto común, contribuyen con la causa ecológica, al arrojar menos gas carbónico a la atmósfera, siendo correcto. El problema reside en que, por su elevado precio, no están al alcance del ciudadano común, el único auto de biocombustibles a la venta en México es el Honda Civic, que cuesta 285,600 pesos. Sin embargo, siempre existe la opción de comprar un coche que venga equipado con una caja de cambios de tipo CVT.<sup>37</sup> Diez autos con caja CVT ahorran más que un híbrido y se puede comprar un auto con CVT desde poco más de 160 mil pesos.

En Estados Unidos una de las opciones es el Honda Civic GX, un coche que funciona con combustible proveniente de la Biomasa y que está a la venta a un precio superior al de las versiones de gasolina del mismo auto. Este coche contamina 75 por ciento

---

<sup>37</sup> Siglas de Continuously Variable Transmission, o transmisión variable continua. Son los cambios automáticos basados en la transmisión continua a través de un variador. Tienen la ventaja de tener infinidad de relaciones de transmisión para adaptarse mejor a las condiciones de funcionamiento del motor. La caja de cambios CVT se encuentra ya en varios modelos del mercado y con ella la durabilidad y el desempeño del auto se incrementa, a la vez que también mejora su rendimiento de combustible.

menos que un auto de gasolina y recibe calificación de “vehículo de emisiones cercanas a cero”. Además, quien lo compre recibirá incentivos fiscales por cerca de cuatro mil dólares (Sergio Oliveira, 2007).

Si miramos a un automóvil como un conjunto de más de siete mil piezas, muchas de las cuáles en algún momento serán desechadas, quedará claro que no existe, al menos todavía un coche que no contamine. Aún así, no dudemos que en el futuro los autos que se muevan gracias a la utilización de combustibles alternos estarán de moda.

Los biocombustibles líquidos proporcionan actualmente aproximadamente la energía equivalente a 20 millones de toneladas de petróleo (lo que equivale al 1% del combustible utilizado mundialmente para transporte por carretera) [Comité de Seguridad Alimentaría Mundial 2007].

Abordando este sector de transporte, es importante no dejar de mencionar que será elemental imponer incentivos para la mejora de los sistemas de transporte como: mayores impuestos para los aceites derivados de fósiles y empleo de medio de transporte no motorizados.

Así mismo, continuar fomentando una cultura de coches híbridos en México y de ser así aumentar el mercado de motores con combustibles alternos para que la sociedad empiece a consumirlos. Para ello, es necesario que exista una mayor infraestructura de distribución de este tipo de combustibles (biodiesel-etanol) en las estaciones de gasolina en el país.

Al contrario de las energías extraídas de la tanatomasa (carbón, petróleo), la energía derivada de la biomasa es renovable indefinidamente. Si se logrará reconvertir parte de las industrias pueden cambiar los asuntos en el mundo; por ejemplo reconvertir masivamente la industria petrolera y automotriz a otro paradigma energético seguramente habrá empresas renuentes para transitar en una nueva curva energética por los cambios que implica como el cambio tecnológico inducido, otro tipo de instituciones, un tipo de gobernanza global transformadora en beneficio de la ecología mundial.

## **4.2 Los beneficios generados en Brasil, Unión Europea, Estados Unidos y China como modelo a seguir en México**

Una de las actividades económicas con mayor relevancia en México, China, Estados Unidos, la Unión Europea y particularmente en Brasil, es la producción del petróleo. Todos estos países abordan el problema de la seguridad energética y el encauce hacia un desarrollo sustentable.

La energía es ahora un tema fundamental para estos países, y tienen como prioridad asegurar el suministro, sea de la forma de usar responsablemente sus recursos energéticos o hacer un esfuerzo en ciencia y tecnología para buscar la mejor solución a este problema. Ahora la parte energética se ha convertido en la más delicada, porque un país no puede quedar sin energía.

En este apartado, se revisan los casos más recientes sobre países que utilizan la biomasa con algunos impactos regionales y locales.

### **4.2.1 BRASIL**

Brasil es el mayor productor de etanol con un volumen equivalente a 2 por ciento del mercado mundial de combustibles, y para el 2025 los biocombustibles brasileños podrían representar el 10 por ciento de la matriz energética mundial. [Agencia Internacional de Energía, 2007] En Brasil, la caña de azúcar se transforma en etanol para producir biocarburantes y es el recurso económico más importante de diversos cultivos (tanques de semillas de girasol y caña de azúcar, y empaques de un aceite amarillento). Los granos de café de menor calidad, que representan cerca de 20% de la cosecha nacional, son una alternativa como materia prima para el biodiesel. La idea de aprovechar los granos defectuosos, retirándolos del mercado cafetero, tiene como primer objetivo mejorar la calidad del café brasileño exportado y ser consumido internamente.

La ley de este país, exige que las gasolineras tengan un mínimo de 5% de etanol en cada litro, lo que provoca un efecto de oxigenación que reduce drásticamente los niveles de

contaminación. En Brasil casi el 80% de los vehículos usan combustible hecho a base de caña de azúcar, pero recurren a otros cultivos en menor cuantía: semillas de girasol, aceite amarillento y café.

Brasil con sus depósitos de combustibles se convierte en una región atractiva para la firma de acuerdos, específicamente “la firma de un acuerdo entre Estados Unidos y Brasil para el uso del etanol como fuente de energía alternativa”<sup>38</sup> La justificación de éste reside en lograr que los ciudadanos recurran a la utilización de esta fuente de energía; y ha sido presentado como un “esfuerzo” por impulsar fuentes de energía alternativa. Sin embargo, se ha visto reflejado en protestas de sectores que opinan que el acuerdo de etanol en realidad no es otra cosa que un intento de crear un cartel para ese combustible.

Así como hasta ahora, los líderes proclaman promover la democracia y el comercio, faltando poco para hacerlo con la cooperación para producir combustibles alternativos y ello comienza a denotarse particularmente con el acuerdo Brasil-Estados Unidos. Una "alianza del etanol", o un acuerdo para fijar patrones de calidad para el combustible y promover el consumo de etanol en otros países.

Por el contrario, el reconocimiento del etanol como una alternativa energética para los países latinoamericanos, es una reafirmación del liderazgo de Brasil sobre el valor de este combustible y el desarrollo de los biocombustibles para el desarrollo rural. Luis Giusti, expresidente de la estatal de Petróleos de Venezuela (Polvsa), destaca que Brasil usa el etanol desde hace 29 años y ha creado una industria con más de 800,000 puestos de trabajo que ya para el 2003 le permitió una reducción de su factura petrolera en más de 50,000 millones de dólares.

En efecto, entre los casos expuestos de los distintos países, Brasil ha tenido una experiencia muy exitosa con el etanol y ha sabido prevalecer sus puntos de vista en los foros internacionales sobre éste y en la misma región con graves problemas

---

<sup>38</sup> Bush se reunió con el presidente brasileño Luis Ignacio Lula da Silva, pero el pacto fue firmado por la Secretaria de Estado Condolezza Rice y su colega brasileño Celso Amorim, febrero, 2006.



energéticos. El país brasileño ahora ya conoce que obtendrá mayores beneficios de los combustibles alternativos manteniendo la vanguardia en tecnología y en el conocimiento de los métodos de producción.

#### **4.2.2 CHINA**

En China resulta insostenible el uso de energía, no sólo porque es el segundo consumidor más grande del mundo, después de EU, sino que es ineficiente. Por unidad de producto utiliza casi ocho veces más que Japón y cuatro más que la Unión Americana.

En la actualidad, la biomasa en China está siendo utilizada a través de tecnologías convencionales de combustión. Sin embargo, la gasificación de biomasa, la licuefacción de biomasa, y las tecnologías de generación de energía a partir de biomasa, están siendo poco a poco introducidas.

Para la gasificación, el principal método que está siendo promovido es el uso de la fermentación anaeróbica. También se están desarrollando métodos para utilizar la fermentación anaeróbica para la gasificación directa de biomasa. China posee actualmente 13 millones de digestores caseros de biogás y más de 1.500 plantas industriales de biogás, que en total producen más de 5.000 millones de metros cúbicos de biogás anuales. En lo que se refiere a la tecnología de licuefacción de biomasa, China aún está en fase de experimentación.

Actualmente las principales tecnologías que han sido desarrolladas y en uso, son las de la producción y uso de metanol, y las tecnologías de aceites biológicos. China ya tiene en funcionamiento dos bases de producción de etanol para usos combustibles, una en el norte y otra en el sur, con una capacidad de producción anual de más de un millón de toneladas. La producción de aceites biológicos ha superado los 500.000 millones de toneladas anuales.

En lo que se refiere a la capacidad eléctrica instalada a partir de biomasa, ésta es de cerca de 2.000 megavatios, y consiste principalmente en sistemas de cogeneración en

plantas de azúcar y producción de electricidad utilizando desperdicios del arroz. Otros tipos de generación eléctrica a partir de biomasa, como la gasificación de biomasa, o las tecnologías híbridas de fuel, no han llegado a desarrollarse todavía en China.

China, está destinando importantes préstamos del Banco Mundial para la transferencia tecnológica eólica (viento) y de biomasa (desechos orgánicos). La estrategia oficial de energías renovables de los chinos consta de tres partes: el diseño de nuevas leyes, hacer que la tecnología más avanzada esté disponible y destinar dinero para construir proyectos a gran escala, esto le permitirá la promoción de las ER con el objetivo de lograr como meta 15 % del consumo de fuentes primarias en el 2020 con energías limpias.

“Una característica muy positiva de las energías alternativas es su flexibilidad pues pueden usarse en proyectos de gran tamaño, desde una unidad generadora de biomasa de 25 megavatios instalada en la provincia de Jiangsu en China, hasta el proyecto del Rosamond Gifford Zoo de Nueva York, donde se crían elefantes asiáticos y se genera mediante biomasa la electricidad para las instalaciones, usando los desechos orgánicos de los propios elefantes.”<sup>39</sup>

Otro caso excepcional es la provincia de Sichuán, donde se obtiene gas a partir de estiércol, aspectos retomados por Jorge Eduardo Navarrete, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la UNAM en el 2007.

En lo que respecta a las tecnologías utilizadas, actualmente en China, se usan las siguientes tecnologías:

- Combustión directa: En hornos, en evaporadores y mediante densificación y formación anterior a la combustión.
- Conversión física: Destilación y secado de la madera, gasificación – termólisis.
- Tecnología de bioconversión: Fosa séptica y digestión anaeróbica.
- Tecnología de licuefacción: Aceite vegetal y producción de etanol.
- Tecnologías de disposición de residuos sólidos: Incineración, vertederos y escombreras.

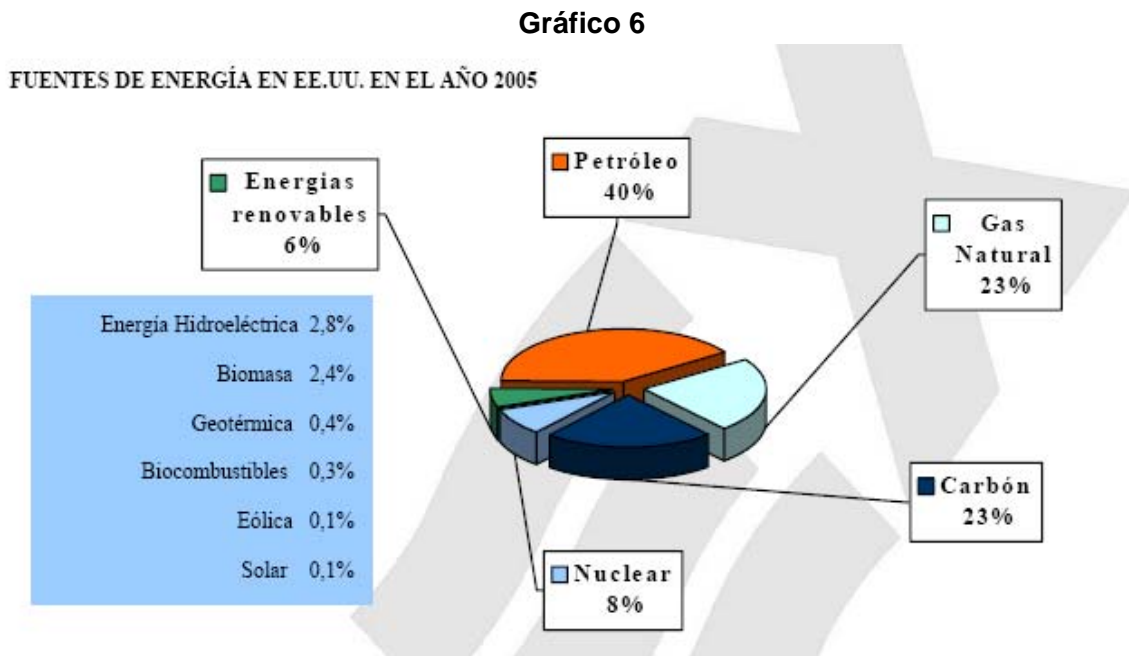
---

<sup>39</sup> Jorge Emilio González M. Energías renovables, Editoriales, 16 de julio de 2005

### 4.2.3 ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos se calcula un enorme despilfarro de energía equivalente a varios yacimientos de los llamados supergigantes. Además, la industria nuclear no puede satisfacer el aumento en la demanda del sector transporte en ninguna de sus modalidades.

El tipo de energía renovable que más tradición tiene en Estados Unidos es la hidroeléctrica seguido de la biomasa. (Ver gráfico 6) De este último el mercado de los bicomcombustibles está estrechamente ligado a la industria automovilística. La mayoría de los vehículos en este país puede utilizar gasolina con 10% de etanol. El tipo de etanol que más se utiliza es el E-85 compuesto por 85% de etanol y 15% de gasolina.<sup>40</sup>



Fuente: Annual Energy Outlook 2006 with Projections to 2030. Energy Information Association (US Department of Energy) <http://www.eia.doe.gov/>

<sup>40</sup> [www.e85fuel.com/database/search.php](http://www.e85fuel.com/database/search.php)

El etanol se utiliza en EE.UU: como aditivo de la gasolina y no todavía como alternativa real a la gasolina como en el caso de Brasil. Cuenta con más de 100 plantas de etanol con una capacidad total de 6.715,4 galones/año y otras muchas en construcción. La mayoría se localiza en el medio oeste y aproximadamente la mitad de ellas son propiedad de agricultores particulares.

Estados Unidos produce etanol de maíz por unos 7.000 millones de galones al año, usando el 20 por ciento de los cultivos de maíz. El plan anunciado es llegar a los 35.000 millones hacia el 2017, una meta que pondría al país y Brasil –que produce etanol de la caña de azúcar- como los mayores productores del mundo.

El subsector del etanol es el que más incertidumbre presenta. Algunos de los riesgos que podrían frenar la evolución positiva del mercado son los siguientes: desajustes de precios de la oferta de maíz, repartición de los beneficios, o la eliminación del arancel sobre el etanol importado. Lo cierto es que dentro de la necesidad de reducir en 20% en 10 años, el consumo de combustibles por biocombustibles alternativos 30% para 2017, el fisco pretende obtener un ahorro al no tener que destinar más apoyos a los agricultores cuyos mayores ingresos les llegarán vía mercado, porque al encarecer los granos (maíz y caña de azúcar) dará muy atractivas perspectivas para los agricultores estadounidenses.

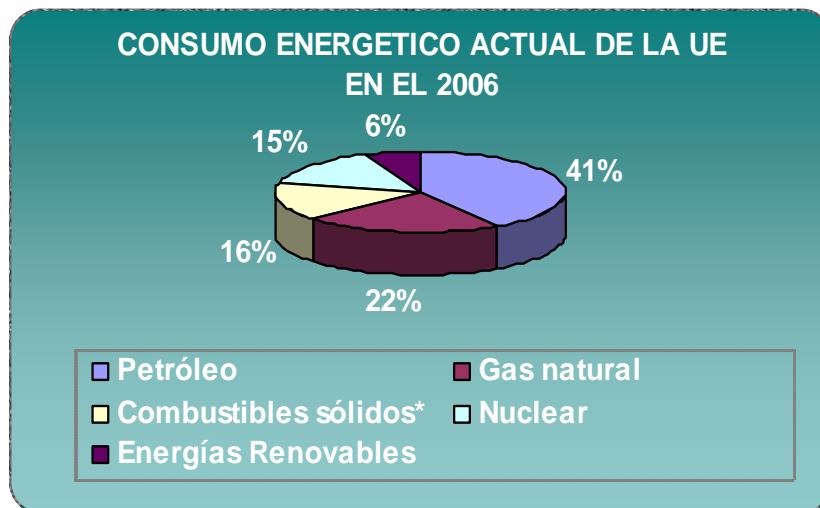
La inclusión del tema biocombustibles es un indicio de la preocupación de Estados Unidos en la búsqueda de fuentes para reducir la dependencia energética. En un discurso sobre el Estado de la Nación (2007), el presidente Bush sugirió métodos vanguardistas para producir etanol y otras tecnologías que permitirían "sustituir más de 75% de sus importaciones de petróleo de Medio Oriente". (Mirada al mundo, Paul Krugman, 07 de febrero de 2006) hasta ahora un programa inexistente de energía. Aunque la contraparte de esta situación, es que casi la mitad de las viviendas de Vermont (Estados Unidos) se calientan parcialmente con leña.

#### 4.2.4 UNIÓN EUROPEA

Europa también está sustituyendo los hidrocarburos y la energía nuclear, asumiendo con mayor responsabilidad el proceso de transición a un sistema energético sustentable, plasmado en el Libro Verde<sup>41</sup> establece el objetivo de la seguridad del abastecimiento energético; es decir, garantizar para el bienestar de los ciudadanos y el buen funcionamiento de la economía, la disponibilidad física y continua de los productos energéticos en el mercado a un precio accesible.

Una de las preocupaciones mayores referente a la energía en Europa es que es importador neto de energéticos primarios históricamente y por tal motivo uno de sus objetivos prioritarios es el de ser más dependiente en la generación de energía pensado a través de la sustitución de los energéticos primarios. El consumo energético actual en su mayoría, según denota el siguiente gráfico está cubierto por: un 41% de petróleo, después 22% de gas natural, un 16% de combustibles sólidos, 15% nuclear y 6% en energías renovables:

Gráfico 7



\*combustibles sólidos (carbón, lignito, turba)

Elaboración propia con base en datos del Libro Verde, 2006.

<sup>41</sup> Libro Verde hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2006.

Por tal preocupación, de ser importador neto de energéticos las prioridades esbozadas en el Libro Verde ha conllevado a una estrategia de largo plazo formulando:

Nuevas energías provenientes de un entorno renovable: el desarrollo de fuentes de energía menos contaminantes (incluidos los biocarburantes) considerados la clave del cambio. Siendo Alemania, Dinamarca, Suecia y España los países que más se han destacado por este desarrollo en producción. El caso de Dinamarca merece ser ejemplificado, actualmente cubre 7% de su oferta energética con energías renovables, 5% corresponde a la biomasa y para el año 2020 planea cubrir 20% con renovables (Sebastián y Royo, en la Jornada, 2006). Suecia quiere dejar de usar el petróleo totalmente en un plazo de 15 años. Para entonces, y sin construir más plantas nucleares, proyecta depender de fuentes renovables de energía. De aquí emanan las metas a alcanzar durante los próximos años (objetivo de alcance para el 2021) implicando duplicar su cuota del 6% al 12% en el balance energético y pasar del 14% al 22% para la producción de electricidad.

Del comportamiento de los anteriores países y en el camino avanzado de los que se unan en la investigación de las fuentes de energías renovables se desprende el hecho de diversificar los mercados de abastecimiento para así no depender de las políticas de precios de los abastecedores primarios y cumplir con otro de los objetivos de la UE: la realización del mercado interior de la energía.

Los líderes de la Unión Europea en la cumbre de Bruselas 2007, han proclamado el objetivo principal de convertirse en el bloque abanderado de la lucha contra el cambio climático<sup>42</sup>, aunque para ello deben superar diferencias en materia de energías renovables y el papel nuclear. Las diferencias consisten en convencer a países europeos que mezclan la cuestión nuclear: Francia, Finlandia, Polonia y los países bálticos quienes defienden la reducción de las emisiones de gases de efecto

---

<sup>42</sup> Se ha dictaminado que los 27 miembros de la UE se comprometerán a "reducir las emisiones de gas de efecto invernadero en por lo menos un 20% de aquí a 2020 con respecto a 1990"; es decir mantener la concentración en torno al nivel de 530 partículas de CO<sub>2</sub> por millón. Europa está dispuesta a recortar esas emisiones hasta en un 30% como recomiendan los científicos, aunque para ello exige un compromiso internacional que involucre tanto a Estados Unidos como a países emergentes como China, India y Brasil.

invernadero respetando la soberanía nacional sobre las fuentes energéticas a utilizar. Partiendo de las anteriores consideraciones Angela Merkel, canciller de Alemania, insiste en oponer un claro rechazo para colocar la energía nuclear y las renovables en pie de igualdad, visto altamente grave por los riesgos vinculados a la primera y los problemas no resueltos de los desechos.

El debate está abierto en cuanto a los medios a utilizar, por ejemplo sobre la obligatoriedad o no de establecer un porcentaje del 20% de energía renovable (eólica, hidráulica, geotérmica, solar o proveniente de la biomasa) en el consumo total de Europa hacia 2020, en lugar del 7% actual. En cuanto a la industria, que es una gran consumidora de energía y contribuye de manera significativa a la contaminación atmosférica. El parlamento ve esencial promover modos de consumo y de producción sostenibles, que a su vez permita crear empleo y promueva inversiones por parte de las pequeñas y medianas empresas.

Por otra parte sería interesante retomar la propuesta de los diputados de la Unión Europea, publicada el día 26 de Marzo del 2006 en la página del parlamento europeo. Destacando cuatro puntos esenciales:

1. Solidaridad entre los Estados Miembros: señala que un elemento esencial de una política energética común debe ser la solidaridad reforzada entre los Estados miembros con el fin de hacer frente a las dificultades relativas a la seguridad física de la infraestructura y a la seguridad del suministro. En este sentido abogan por un esfuerzo de la política de vecindad poniendo un énfasis especial en la cooperación con los países vecinos en el ámbito de la energía.
2. No al proteccionismo: menciona a las empresas nacionales y transnacionales, el asunto de las fusiones y los monopolios. Los diputados piden que haya una cooperación más estrecha entre las autoridades de competencia europea y nacional con el fin de proporcionar una respuesta coordinada y verdaderamente europea al patriotismo económico nacional emergente y al mismo tiempo combatir el comportamiento oligopolio empresarial.
3. Energía sostenible e investigación y desarrollo: se enfatiza en mayor inversión en la investigación con el fin de generar energía a través de recursos renovables y se destaca el tema de la Biomasa como sistema de generación de energía.

4. Energía nuclear: el Parlamento considera que las decisiones sobre la producción de energía nuclear sólo pueden tomarse a nivel de los Estados miembros en el marco de la subsidiariedad y que debe desarrollarse aún más el conocimiento de la tecnología nuclear y de sus aplicaciones, ya que tiene un valor estratégico.

Son comprensibles el análisis de las lecciones a derivar del caso Europeo donde convergen las agendas energética y ambiental, así como una nueva comprensión de la interacción ciencia-tecnología-sociedad, pero la aplicación en la región Mexicana y el fomento e inclusión como uno de los Programas Nacionales, es una alternativa para el largo plazo, porque en este momento ambas experiencias distan mucho de parecerse, por un lado el sector energético mexicano tiene una marcada tendencia a ser un reflejo de la situación presente de la Unión Europea un país importador de combustibles;

El problema está en que mientras los competidores avanzan, México se encuentra insertado en la situación de los combustibles fósiles. Seguimos usando el petróleo para mover las termoeléctricas y producir electricidad, siendo que somos una de las naciones del mundo con mejores promedios mundiales de recepción de luz solar en el norte del país; o de fuerza eólica en Oaxaca; en recursos y desechos forestales para la obtención de energía respecto a biomasa; este último uno de los recursos económicos importantes del presente y futuro del mundo. Sin embargo, todavía se está a tiempo de incorporarse a ese proceso que avanza a pasos acelerados en otros países

Para enfrentar estos retos se tendrá que avanzar de forma gradual, y decidida hacia el uso de energías renovables, tema en el que México se ha quedado rezagado. En palabras de Michael Porter, para el caso de México recomienda que nuestro país no debe basarse solamente en la explotación de recursos naturales, debe desarrollar nuevas fuentes energéticas, descubrir nuevos insumos a través de la I & D, pues corre el riesgo de quedar rezagado en relación con el resto del mundo.



### **4.3 La Biomasa: una opción para los países en desarrollo**

El avance en el uso de fuentes renovables como alternativa viable para la producción de electricidad es un reto mundial para los países emergentes (China, India, Brasil, México) y para los menos desarrollados a las fuentes de energías modernas (electricidad y carburantes) en las próximas décadas. En la agenda mundial es uno de los temas más importantes, porque el principal combustible utilizado en las plantas generadoras de energía son los hidrocarburos.

Es por esto, que es necesario abrir el debate en torno al uso de las energías alternativas, particularmente la Biomasa, pues no se trata de rechazar o aprobar el uso de esta energía, sino de analizar sí, puede ser considerada una opción para las necesidades económicas y ambientales de los países.

Stavros Dimas (2006) ejecutivo comunitario de la UE, afirma que para erradicar la pobreza en el mundo es esencial facilitar el acceso a la energía, porque en la actualidad más de dos millones de habitantes de los países en vías de desarrollo viven sin tener acceso a la electricidad.

Con las anteriores finalidades y ante la cada vez mayor escasez y costo del petróleo surge el problema de aprovechar y desarrollar fuentes de energía que complementen y suplan el uso de este energético. A fin de reducir la dependencia del mismo ante la gran volatilidad de sus precios en los mercados mundiales y la gran estabilidad económica que dicho recurso genera para los países consumidores. Aludiendo a un desplegado que la petrolera Chevron publicó: en el New York Times, el Wall Street Journal y otros diarios, anuncia que "la era del petróleo fácil ha terminado" (citado por Klare 2007). Esto quiere decir que tales pronósticos sostienen que los países productores no pueden ir a la par de la demanda creciente, sin mencionar reponer las reservas exhaustas.

La Agencia Internacional de la Energía (AIE) reportó para el año 2006, la reducción del crecimiento de la demanda mundial de petróleo, a raíz de los altos precios del hidrocarburo; los altos precios del petróleo comenzaron a impactar la demanda mundial.

La agencia estimó el crecimiento del crudo en 2006 en 1.49 millones de barriles diarios, 290 mil menos que en el año anterior, establecido en 1.78 millones de barriles. El año 2006, representó un crecimiento de la demanda de crudo, en el que la demanda mundial creció 1.02 millones de barriles diarios. La demanda aumentará debido a la fuerte subida de los precios del crudo que deprimirá la demanda, sobre todo en el sureste asiático.

Otra razón para fomentar las energías renovables es la necesidad de encontrar fuentes autóctonas de energía para muchos de los países que importan combustibles fósiles y gastan en ello una parte importante del resultado de sus exportaciones o de sus recursos económicos. Esto es, fundamentalmente en los países del Tercer Mundo, que no disponen de yacimientos propios de hidrocarburos; pero en cuantía de combustibles derivados de la biomasa mantienen diferentes formas que abarcan combustibles de alcohol, el estiércol y la leña. (Ver cuadro 3: Combustibles derivados de la Biomasa, Capítulo III)

La leña y el estiércol siguen siendo combustibles importantes en algunos países en vías de desarrollo, y los elevados precios del petróleo han hecho que los países industrializados vuelvan a interesarse por la leña. Es así como, la forma más común de biocombustibles sólidos es la leña, que en la actualidad cubre casi 50% de las necesidades energéticas en los países en vías de desarrollo. Es aún tan importante el uso de la leña como energético, que existen plantaciones de árboles de rápido crecimiento como el eucalipto, que se denominan plantaciones energéticas, cuyo propósito es producir madera para combustible. Como referencia al potencial de esta forma de biomasa se desprende que un metro cúbico de leña es suficiente para permitir que cinco personas tengan suficiente calor para calentar agua para 108 baños de 15 minutos cada uno.

Económicamente, la energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo. En otros casos es el recurso económico más importante, como en Brasil donde la caña de azúcar se transforma en etanol. Brasil usa el etanol en mezclas con gasolinas en

proporciones que varían entre el 10% y el 85%. Aunque ya se manejan las de 100 por ciento. (Alberto Barranco, 2007, p.12)

Panamá es actualmente uno de los principales productores de caña de azúcar de la región centroamericana y estaría en condiciones de incrementar su producción para derivarla al etanol con la recuperación de ingenios azucareros cerrados hace años por razones políticas en el país. Costa Rica se suma a estas acciones con la conservación de las selvas y bosques que ayudan a absorber el gas carbono, y evitar el acelerado calentamiento atmosférico.

Otras naciones latinoamericanas que tienen esa capacidad y el deseo de usar biocombustibles harán una complementación interesante. Se plantea el futuro inmediato basado en la masificación de la producción y consumo del biocombustible etanol como fuente renovable de energía alternativa. Teniendo en cuenta que la materia prima del etanol es la caña de azúcar –además del maíz- se puede inferir además que la demanda de estos insumos crecerá. Por ello, serían una alternativa viable para la sustitución de cultivos ilícitos en países como Perú, Colombia y Bolivia.

No obstante, los gobiernos latinoamericanos deben valorar las ventajas que significaría otorgar incentivos a los cultivadores de fármacos dañinos (hoja de cocaína) hacia los productos de caña, maíz y florestas de eucalipto (leña). El crecimiento de la industria del etanol promete una demanda permanente de caña de azúcar; por lo que el reemplazo de cultivos no sería de corto plazo. Este aspecto puede influir positivamente en la decisión de las personas que se dedican al cultivo de estos productos ilícitos de reemplazar sus cultivos por una fuente de ingresos estable y sin estigma de ilegalidad. Además como alternativa podría evitar la masiva emigración hacia Estados Unidos.

La Comisión Interamericana del Etanol interpreta que la producción de este combustible renovable está en vías de convertirse en la clave de integración hemisférica. Puede entenderse que esta asumiendo la combinación y obtención de etanol a partir del maíz y la caña de azúcar una importancia estratégica porque habrá de promover una integración a través del mercado energético, una nueva fuente para el comercio.

De acuerdo con un estudio del Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), los países de Latinoamérica que poseen mayor potencial para producir biocombustibles son Brasil, Argentina, Perú, Colombia, Bolivia, Paraguay y Uruguay. Dentro de los mismos, los que tienen mayores condiciones para desarrollar etanol son Brasil, Argentina, Bolivia, Colombia, Paraguay y Uruguay. Con respecto al biodiésel, Brasil, Argentina, Perú, Colombia y Bolivia son los países con mayor potencial por sus cultivos de soja o palma aceitera. En el caso de los países centroamericanos, tienen menor potencial debido a que su dieta es a base de maíz, y en los del Caribe, por falta de disponibilidad de tierra para cultivos que sirvan para producir biocombustibles.

La Biomasa y en su conjunto las energías renovables son además una importante fuente de empleo, en gran medida distribuida en el mundo rural, así lo valora la Comisión Europea y el peso de las consideraciones medioambientales centra la atención en estas fuentes de energía renovables. Entre los beneficios registrados se encuentran:

- **El uso del etanol** obtenido de la caña de azúcar produciría importantes ventajas para América Latina
- **Ahorro en millones de dólares** del gasto de importación de los derivados del petróleo.
- **Generación de miles de empleos** rurales ofreciendo alternativas a la emigración
- **Drástica reducción** de gases contaminantes.

El desarrollo e implementación de la Biomasa en estos países, requiere construir canales de derivación, la instalación de grandes turbinas y equipamiento para generar electricidad. Todo ello implica desarrollar e invertir grandes sumas de dinero en la infraestructura energética para asegurar la disponibilidad y el acceso a sistemas energéticos renovables apropiados y asequibles, por lo que no resulta competitiva en regiones donde el carbón o el petróleo son baratos. Sin embargo, la clave está en subrayar que las relaciones económicas de cooperación deberán incrementarse para acelerar el desarrollo de tecnologías energéticas sostenibles, sobre todo en el sector

energético donde son necesarias grandes inversiones y tecnologías sofisticadas. De hecho, Pavit (2001) afirma que la inversión en investigación pura es importante para países en desarrollo.

Como conclusión reorientar la política energética a la definición de relaciones internacionales con otros países, y transitar con una estrategia de manera literal como China un país que está basando su política exterior en sus necesidades de recursos naturales.

Incuso formalizar un mercado, seguro de biocarburantes para abastecer a todas las economías con un interlocutor fundamental de los procesos de integración en el Continente Americano. Tal estrategia resultaría apta en Brasil y México países que cuentan con suficientes recursos y desafíos comunes en el contexto regional y mundial. Suman una población de casi 300 millones de personas y son las economías más grandes de la región. También es importante corregir el desequilibrio comercial que existe entre ambos países -las exportaciones brasileñas a México en 2006 fueron de 4,400 millones de dólares, mientras que las mexicanas a Brasil fueron de 1,300 millones-.

En estos dos países latinoamericanos, la tendencia que se está registrando es depender de unos cuantos países abastecedores; la nueva visión plantea la diversificación e integración de mercados e inhibir a los países controladores de precios. El presidente de Brasil, Luiz Inácio Lula da Silva, sostiene que las empresas PEMEX y Petrobrás pueden construir proyectos conjuntos de inversión y que su país está listo para cooperar con México en el desarrollo de bicomcombustibles, sean de etanol de caña o biodiesel extraído de semillas oleaginosas. Contar con el apoyo de México para instaurar un mercado mundial de combustibles limpios, baratos y renovables, para ser más competitivos y crear más empleos en el campo sin comprometer la seguridad alimentaria de los países.

De este tema se deberá precisar más sobre sí, fortalecer la relación bilateral entre ambos países compartiendo la visión de un mercado de biocombustibles, un asunto de cooperación científica y tecnológica.

La cooperación obtenida en la búsqueda de biocombustibles ayudará a los países a ser menos dependientes del petróleo, a tener más oportunidades de crecimiento económico. Con visión y conciencia de futuro, las naciones deben iniciar un cambio gradual de la producción energética del petróleo, hacia tecnologías más limpias como la eólica, la solar, la mareomotriz, la geotérmica y la biomasa.

PROPUESTA

LA BIOMASA, UNA ESTRATEGIA REGIONAL DE  
INNOVACIÓN EN MÉXICO

## **PROPUESTA: LA BIOMASA, UNA ESTRATEGIA REGIONAL DE INNOVACIÓN EN MÉXICO**

En la década de los ochenta comienza a hablarse de diseño bioclimático y sustentabilidad en México, no sería apropiado decir que se origina por un pensamiento propio, sino por el impulso de hacer frente a la situación mundial.

En México según dictamina la Agencia Europea del Medio Ambiente, el panorama es desalentador y no porque el cambio climático sea desconocido por las autoridades, especialmente por las responsables del medio ambiente y los recursos naturales, sino porque hace justo 15 años, Ernesto Jáuregui, investigador del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional, alertó con datos precisos sobre el aumento de la temperatura (hasta de dos grados) en ciertas áreas del país. Mencionaba los casos de Hermosillo, Puebla y la zona metropolitana de la ciudad de México. Se debía tanto a la expansión de la mancha de asfalto y a la falta de pulmones verdes (árboles y áreas agrícolas), como a la elevada combustión de hidrocarburos vía el transporte automotriz y la industria. (Iván Restrepo en “La Jornada”, 2005)

De esta forma, al no orientar la disminución del cambio climático en México se manifiesta a nivel territorial y social, en el aumento de los desastres causados por ciertos fenómenos naturales (huracanes y ciclones), afectando áreas de la infraestructura pública, la agricultura, y los bienes de la población. Los desajustes también se tendrán en la producción de alimentos, la disponibilidad de agua, la proliferación de ciertas plagas y la presencia de enfermedades. No abarcarán solamente al medio rural, sino, igual o más, a las ciudades, las cuales crecen sin planeación y arrastran serias carencias en servicios públicos y en desempleo.

Son múltiples los factores de origen, pero es evidente que lo que se discute es la forma de usar la energía adecuadamente y esto reside en el actual sistema energético, que además presenta un claro rezago en la cobertura del servicio y en la prestación una deficiente calidad; requiriendo 22 mil millones de pesos anuales durante los próximos 25 años para atender el atraso, el crecimiento de la demanda y la sustitución de las



fuentes de abastecimiento, buscando no heredar una infraestructura obsoleta. Como dice la investigadora Carlota Pérez “las industrias maduras llegan a un punto en el que tienen un potencial mínimo para producir beneficios, enfrentan mercados estancados y casi no les queda campo para mejorar la productividad”.

Quiere decir entonces que dentro del territorio el Estado debe impulsar un proyecto en primera instancia para reducir la dependencia del petróleo, construir una industria que asuma el cambio tecnológico; el desafío de producir volúmenes de energía suficientes a costos razonables y a su vez evite las emisiones en la atmósfera de grandes cantidades de gases invernadero (ozono) provenientes de cinco áreas significativas:

- Sector energético 61%;
- 7% a los procesos industriales;
- 14% al cambio de uso de suelo (deforestación);
- 8% a la agricultura;
- y 10% a la descomposición de residuos orgánicos, incluyendo las plantas de tratamiento de aguas residuales y los rellenos sanitarios.

Dentro del sector energético en particular, la generación de electricidad representa 24% de las emisiones; el uso de combustibles fósiles en el sector manufacturero e industria de la construcción 8%; el transporte 18%; los sectores comercial, residencial y agrícola 5%; y las emisiones fugitivas de metano durante la conducción y distribución del gas natural, otro 5%. [Diario Oficial de la Federación, Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND)]

Para el año 2007 México se encontró entre los 15 países que más emiten gases de efecto invernadero por quema de combustibles fósiles; su contribución mundial es de 1.5 por ciento. Por persona, está en el lugar 70.

A su vez, volviendo a las implicaciones otros especialistas reafirman que ese aumento continúa y se observa en varias partes de México sin que exista una estrategia regional para contrarrestar sus efectos negativos a escala local, regional y nacional. Corresponde entonces a las autoridades e instituciones que toman decisiones en el

terreno económico y sectorial como Secretarías de Estados -Secretaría de Energía, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural- con aquellas que lo hacen en ámbitos como el ambiental y el social, la urgencia de generar un cambio en las estrategias energéticas del país.

Así lo propugnan diferentes organizaciones ecologistas, políticas, económicas, la disyuntiva de un proyecto a nivel local y regional que involucre el diseño e infraestructura adecuada para afrontar los desafíos futuros como el aumento de la temperatura, la pérdida de hidrocarburos y el incremento de la demanda de energía.

Una consideración primordial es analizar la importancia de las estrategias regionales de innovación en México, entendiéndose el desarrollo de una base científica a nivel territorial. Se ha propuesto tomar como principal referente de estrategia regional de innovación a la Biomasa, cuyo estudio en años recientes se orienta como un proyecto de investigación representando estímulos al debate de la sustentabilidad ambiental, como fuente renovable de energía. De ahí la importancia, de proponer un modelo de estudio en algunas regiones de México para fomentar y ofrecer propuestas de adaptación en ellas, abarcando los sectores de agricultura, la industria, con el propósito de mostrar la vulnerabilidad y las capacidades de adaptación al cambio climático.

Una estrategia regional de innovación debe considerarse de manera integral, y no como una simple tarea de simplificación administrativa, en el campo de lo real. Primero, inducir el sistema actual energético con el fin de fomentar y utilizar las ER. Segundo, eliminar la llamada “brecha energética” y llevar la tecnología para el acceso de las comunidades regionales. Tercero, la “brecha energética” no se refiere sólo a la falta de energía eléctrica, ni a la utilización de la misma, sino al crecimiento de las zonas urbanas y rurales que demandará más energía tanto formal como informal.

Un primer escenario de la estrategia de adaptación regional queda proyectado en lo siguiente. En muchas regiones del país, las personas no utilizan la tecnología existente para resolver sus problemas. Un ejemplo es la leña, como fuente de energía, es importante en México y es empleada por más de 25 millones de habitantes de manera

poco tecnificada (28% de la población utiliza este recurso natural). Lo comúnmente utilizado, el fogón abierto, es poco eficiente y produce una gran cantidad de humo generado por la combustión biomasa (combustión incompleta de la leña) que daña la salud familiar con enfermedades atribuibles a la exposición de humo, emisiones contaminantes y riesgos de cáncer, afectando principalmente a mujeres y niños.

Ejemplo de ello, para cubrir sus necesidades de energía en la cocina el consumo medio mensual de las familias campesinas es de unos 500 kilos de leña, lo que implica extracciones anuales cercanas a las 6 toneladas. Datos de la Agencia de Desarrollo Rural (ADR) de la Mixteca Poblana indican que en promedio cada familia de la región utiliza 10 leños al día, lo que implica un consumo anual de 8 m<sup>3</sup>, equivalentes a 32 árboles. Por su parte la ADR de la Sierra Mixteca en Oaxaca, reporta un volumen de consumo de leña de 20 a 25 m<sup>3</sup> por familia al año; mientras que la ADR Mextlali en la Sierra Negra de Puebla, reporta que una familia puede consumir hasta 4 m<sup>3</sup> de leña al mes. Con estos indicadores se entiende por qué la leña es un recurso importante y cada vez más escaso, aunado al hecho de que los habitantes de estas regiones tienen que invertir más tiempo y recursos, para transportar la leña desde lugares cada vez más lejanos.

Una opción que ha demostrado que las condiciones de vida mejoran al utilizar la tecnología en dicho recurso natural son precisamente las estufas eficientes de leña,<sup>43</sup> en otros lugares se les conoce como fojones mejorados, pero se ha convenido denominarlas estufas ahorradoras de leña. Su utilidad y aceptación hacen de la leña un mejor manejo sin efectos dañinos, contribuyen significativamente a disminuir la tasa de deforestación local entre otros:

- Disminuye el consumo de leña familiar hasta de un 60% en relación con un fogón tradicional de tres puntos, debido a que su construcción se basa en galerías que

---

<sup>43</sup> En el Programa Universitario de Medio Ambiente UNAM se planean y ejecutan programas de difusión de estufas de leña como la llamada Patsari (proyecto galardonado en 2006 por la fundación británica Ashden Awards), misma que por varios años han trabajado en su difusión como tecnología alternativa.

- conducen el calor y el humo a sitios de aprovechamiento y expulsión. Además se conserva el calor durante más tiempo.
- Da mayor comodidad para cocinar y disminuye las horas de trabajo de las mujeres que cocinan, permitiendo así disponer de más tiempo para otras actividades.
  - Disminuye considerablemente o en su totalidad la emisión de humo al interior de la cocina, debido a que el humo se canaliza por un tubo hacia el exterior de la casa.
  - Se mejora la atmósfera del hogar y los niños y adultos no inhalan humo, además de la reducción en el ahumado de la casa y las pertenencias de la familia.
  - Disminuye el riesgo de contraer enfermedades de vías respiratorias, irritación de los ojos, dolores de cabeza crónicos o tos, que se presentan principalmente en mujeres y niños menores de 5 años por inhalar humo, con una exposición de hasta 50 veces superior a lo recomendado.
  - Disminución de costos al ahorrar tiempo y dinero por concepto del acarreo de la leña.
  - Se puede manejar el cocimiento de dos o más comidas al mismo tiempo.
  - Las hornillas están protegidas por lo cual disminuye considerablemente la disipación del calor y el riesgo de quemaduras por brasas o agua caliente.
  - Se puede lograr un incremento en el ingreso por el ahorro del dinero que se empleaba para adquirir la leña, pues se tiene que pagar el corte y el acarreo ya sea en burros o camionetas<sup>44</sup>.

Para la construcción de estufas ahorradoras de leña se ocupan materiales locales, a excepción de los tubos para la chimenea y en su caso el cemento y láminas galvanizadas para compuertas. En comparación, el costo de una estufa de lodo y arena puede oscilar entre \$200.00 y \$280.00 por la compra de la chimenea, sin incluir el costo de los materiales locales, la capacitación y la mano de obra. Si la estufa se construye con adobe y cemento el costo puede ser entre \$300.00 y \$600.00 considerando

---

<sup>44</sup> En la Sierra Negra de Puebla se ahorran 2 jornales y 4 viajes en animales al mes, lo que significa un ahorro de \$300.00 mensuales. En Tlahuitoltepec Oaxaca, la carga de leña tiene un costo de \$20.00 y una familia puede gastar la cantidad de \$50.00 al día, mientras que con el nuevo fogón sólo se desembolsan \$30.00 lo que representa un ahorro de \$20.00 diarios.

únicamente la compra de insumos externos. La cotización actualizada del modelo propuesto suma \$962.00 por concepto de materiales, también sin incluir la mano de obra y la capacitación, que son los conceptos más costosos. Sí, se consideran estos conceptos el costo total de una estufa eficiente de leña puede oscilar entre \$5,500.00 y \$7,000.00. De cualquier manera, al analizar los beneficios que se obtienen con una estufa ahorradora de leña, se justifica plenamente la inversión.

Es trascendente contribuir con la difusión de esta tecnología alternativa para su desarrollo y analizar el uso de la leña en México desde una perspectiva integral y una opción para resolver la compleja problemática de la cocción de alimentos en las zonas rurales y proporcionar recomendaciones.

Se ha demostrado que una estrategia de adaptación regional tiene ventajas no sólo desde el punto de vista ambiental, sino también económico. Como se ha referido en los dos párrafos anteriores sobre la actual situación del recurso natural de la leña, la idea es que el manejo responsable de los recursos sirva para la producción de la Biomasa para el beneficio de las personas, empresas, grupos e instituciones. Siendo pertinente, un modelo de vida autosustentable y de conservación ambiental que merecerá ser imitado.

Una estrategia regional de innovación para el tema de este estudio, puede traducirse en una táctica energética regional; es decir, la puesta en marcha de políticas energéticas que mejoren el acceso de los ciudadanos más pobres a los servicios energéticos; siendo estos servicios de energías limpias•, que refuerzan al mismo tiempo la eficacia energética. La formulación de estrategias exitosas exige, por lo tanto, evaluar las condiciones y la capacidad acumulada en el país, la región, la empresa, a fin de aprovechar la ventana de oportunidad, al tiempo que se reconocen, adoptan y adaptan el potencial y las características del paradigma pertinente.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> Carlota Pérez, Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil, p.130-131.

Frente a ello, este trabajo de investigación brinda las siguientes propuestas de relevancia sustantiva:

1) Propone posicionar e incorporar una fuente potencial como lo es la Biomasa para mejorar la eficiencia energética a través del esquema: una **Estrategia Integral Regional de Biomasa**. Sosteniendo que debe darse prioridad al desarrollo de capacidades de cada uno de los estados con técnicas participativas que permitan elaborar mapas de recursos naturales, desechos agrícolas e industriales; clasificar local y regionalmente los suelos; ubicar zonas con disponibilidad de aprovechamiento de las formas naturales del agua, de bosques (residuos) y de fauna considerando los peligros climáticos que afectan a los sectores que proporcionan parte de los recursos como la agricultura incluyendo los valores de superficie cultivada por municipio para cada tipo estudiado.

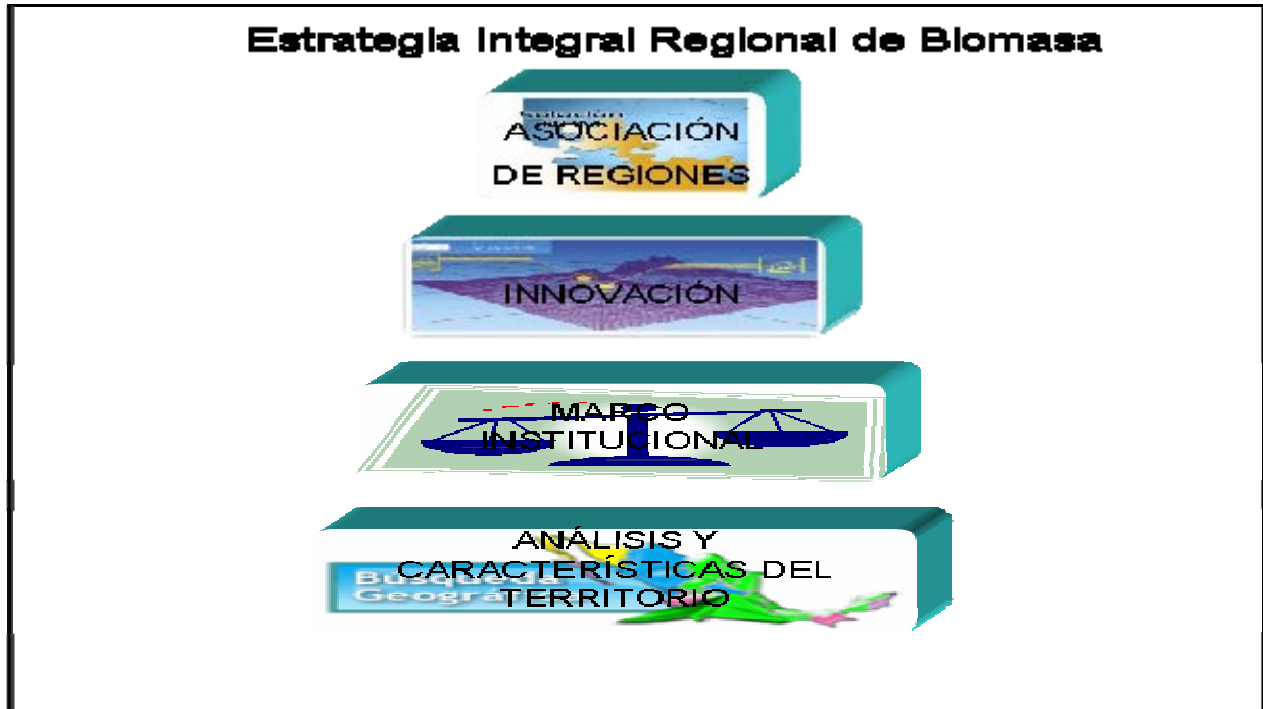
2) La segunda proposición es fortalecer los sistemas de capacitación interna y el marco institucional mediante la constitución de un grupo interdisciplinario integrado por geógrafos, biólogos, físicos, agrobiólogos, arquitectos, químicos, productores y tomadores de decisiones; entre otros con el fin de llevar a la práctica el manejo correcto de los recursos generadores de biomasa y los beneficios de la rentabilidad.

3) Aprovechar las tecnologías disponibles y desarrollar sus propios recursos tecnológicos y humanos manteniendo constante un creciente apoyo por parte del entorno, innovación e inversiones. Se lograrán tecnologías de eficiencia energética y de aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, además de ser alternativas para llevar el servicio a zonas marginadas y de difícil acceso, serán motores del desarrollo regional, con la creación de pequeñas empresas y empleos al interior de las comunidades. Además, los usuarios de las tecnologías de eficiencia y de aprovechamiento de esta fuente renovable resultarán beneficiados mediante ahorros en los gastos que realizan por el pago de insumos energéticos.

4) Por supuesto actualizar escenarios regionales a consecuencia de la búsqueda de un posicionamiento competitivo. La cooperación entre empresas y asociación de regiones o países puede aumentar el poder de comercialización y negociación.

Las anteriores cuatro propuestas se observan en la figura 4, con mayor precisión y de los resultados obtenidos se detalla en el apartado: Aprovechamiento y manejo de la Biomasa en estados de la República Mexicana.

Figura: 4



Elaboración propia con base en la construcción de la propuesta una Estrategia Regional de Innovación en México.

Lo anterior establece las bases para fomentar la interacción, investigación y fortalecer los vínculos entre los territorios. Tal como lo expresa Clemente Ruiz Durán a estos cambios corresponden un despertar de las regiones que está imponiendo una nueva geografía política, una nueva geografía del trabajo, una nueva geografía económica.<sup>46</sup>

Obviamente se requiere de análisis, de proponer alternativas más allá de lo académico; es decir, generar propuestas conjuntas desde los ámbitos académicos, políticos, sociales, institucionales y económicos e incluso trascender el plano nacional, participando al nivel Nacional-Internacional. Todas las sugerencias basadas en el conocimiento permitirán la posibilidad de sobrevivir los próximos años, antes de que el problema ahonde la crisis.

---

<sup>46</sup> Ruiz Durán Clemente, *Dimensión Territorial del Desarrollo Económico de México*. p.21

## **A. Aprovechamiento y manejo de la Biomasa en estados de la República Mexicana**

Existen en México varias insuficiencias, la necesidad inaplazable de llevar a cabo una transición hacia un nuevo sistema de energías renovables como alternativa para lograr las metas de la política ambiental con el desarrollo global y la toma de medidas preventivas radicales. René Drucker Colín (2007), coordinador de la Investigación Científica y otros especialistas destacan que el país y el mundo requieren un cambio de paradigma. De ahí que se comience a tomar medidas, planteando desarrollar la propuesta: una estrategia regional integral de energía renovable “Biomasa”.

En esta forma se comprenderá el esquema 4 con el que se construye el siguiente análisis, subdividido en cuatro aspectos relevantes de la pirámide: *Estrategia Integral Regional de Biomasa a nivel regional y local*.

### **A.1 Análisis y características de la unidad geográfica determinada.**



La base de la pirámide es fundamental porque ha de proveer los aspectos que son prioritarios para identificar estados productores de Biomasa.

Un estado o región productora de energía renovable –Biomasa- comprende todo tipo de materia orgánica, tanto de origen vegetal como animal. Esta fuente de ER incluye el aprovechamiento energético (eléctrico o térmico) tanto de residuos (forestales, agrícolas leñosos, herbáceos, industrias agrarias y silvícola) como de cultivos energéticos. En el estudio únicamente se consideran los residuos forestales, leñosos, herbáceos e industrias agrarias. La evaluación se realiza por tanto, considerando la superficie dedicada a estos cultivos y los residuos que se producirían o se producen en ciertos estados.

La Biomasa es una de las fuentes de ER con más posibilidades de desarrollo en México, el Programa Sectorial de Energía 2001-2006 (PSE) establece que para el 2006 la Biomasa representa el 8% del consumo de energía primaria en México. Los



principales bioenergéticos empleados son el bagazo de caña (usado para la generación eléctrica y/o térmica en la industria azucarera) y la leña (fundamentalmente usada para calefacción y cocción de alimentos).

El Programa Sectorial de Energía 2001-2006 (PSE) registró para 2004 un consumo de 92 petajoules de bagazo de caña y 250 petajoules de leña. Al 2005 la Comisión Reguladora de Energía autorizó 19 megavatios (MW) para generar 120 GWh/año con biogás, 70 MW para generar 105 GWh/año con bagazo de caña y 224 MW para generar 391 GWh/año con sistemas híbridos (combustóleo-bagazo de caña). Se prevé para su periodo de vigencia (2007-2012) un aprovechamiento energético de la Biomasa de 6.000.000 de petajoules.

El potencial técnico de la bioenergía en México se estima entre 2,635 y 3,771 petajoules al año; sin embargo, su uso actual es 10 veces menor. Del potencial estimado, un 40% proviene de los combustibles de madera, 26% de los agro-combustibles y 0.6% de los subproductos de origen municipal. Se estiman además 73 millones de toneladas de residuos agrícolas y forestales con potencial energético, y aprovechando los residuos sólidos municipales de las 10 principales ciudades<sup>47</sup> para la generación de electricidad a partir de su transformación térmica, se podría instalar una capacidad de 803 MW y generar 4,507 MWh/año. Además, se cuenta con un área agrícola significativa, potencialmente apta para la producción de bioetanol y biodiesel.

Se encuentran estados con una diversidad múltiple de estos recursos; pero también hay quienes sólo contienen una parte mínima de ellos o son transformadores de Biomasa. Delimitando el espacio regional para una mejor identificación, en el Sur-Suroeste, se cuenta con un enorme potencial para la generación y aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, particularmente con la Biomasa. (Ver anexo del Mapa de la Región Sur- Suroeste)

---

<sup>47</sup> Acapulco, Ciudad de México, Ciudad Juárez, Ecatepec, Guadalajara, Mérida, Nezahualcoytl, Puebla, Tijuana , y Tlalnepantla.

La región de los nueve estados del Sur-Sureste de México -Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán- son estados con la mayor diversidad de recursos (Ver en el anexo estadísticas de los nueve estados). Las diferentes regiones geográficas representan un gran potencial bioenergético. Los organismos fotosintéticos, tanto terrestres como marinos que guardan y se mantienen dentro de estos espacios, son grandes convertidores de energía renovable de biomasa. Hay una gran variedad de residuos que pueden aprovecharse, agrícolas, animales, algas que se generan en grandes cantidades en las costas, el lirio acuático por ejemplo que es una plaga en las presas de México y la basura que se está generando todos los días.

Desde la perspectiva teórica, se puede expresar la separación de dos estados del Suroeste de la República Mexicana: Chiapas y Veracruz son entidades con un mayor potencial económico aprovechable en el plan de producir biomasa por los cultivos de caña de azúcar y maíz que tienen más de cien años dando un alto rendimiento por la rotatividad de las tierras con cultivos de recuperación. Desde luego, la aplicación y desarrollo de la biomasa, así como el conveniente uso, en cada uno de estos dos estados es posible por la extensa magnitud de bosque, tierra y una enorme floresta para obtener residuos; observada en el cuadro estadístico 2 de INEGI en el año 2006 por entidad federativa en el anexo.

“Lo más a la mano para nuestro país, empero, es la posibilidad de producir etanol o bioetanol a partir de la fermentación de productos como la caña de azúcar o la remolacha [...] de acuerdo con la FAO (Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) México se ubica entre los seis países que acaparan 65% de la superficie cultivada con caña de azúcar en el planeta. Estamos hablando de 631.2 mil hectáreas, que producen 45.15 millones de toneladas de caña, lo que representa un promedio de 70.4 por cada una de ellas con la novedad de que en Chiapas se alcanzó ya 90 toneladas, es decir 50% más que el promedio mundial”.<sup>48</sup>

Como se señala, se tienen procesos biológicos, los tradicionales, la producción de alcohol o bioetanol a partir de productos celulosos que nosotros conocemos a través de una fermentación de caña. Cuando el azúcar ya no está disponible para otros fines como los alimenticios, se puede pensar en residuos, en celulosa, darles un tratamiento

---

<sup>48</sup> Alberto Barranco, *Bioenergéticos*, en la Jornada, 9 de marzo de 2006. p.25

con ácido clorhídrico, con alta temperatura, gasificarlos, llegar a la glucosa, fermentarlos y producir alcohol.

El estado más productivo de la caña de azúcar es la entidad de Veracruz, que agrupa el 50 por ciento del volumen total de la producción de este cultivo del país. Veracruz es el estado con mayor extensión de este recurso se calculan 65 mil productores de caña de azúcar y más de 250 mil hectáreas de cultivo; mientras que en el nivel nacional existen 160 mil productores y 2.5 millones de personas viven de esa actividad (Informe de la Universidad Veracruzana, 2007). Las principales regiones cañeras son: del norte - Martínez de la Torre, Tempoal-, centro -Córdoba, Yanga, Potrero, Cuitláhuac-, zona costera -Cardel, Úrsulo Galván, Actopan- y zona sur -Cosamaloapan, Carrillo Puerto, Chacaltianguis-, donde se generan más de 100 mil empleos directos y más de 50 mil indirectos.

La producción de caña de azúcar, se considera como una producción estable de temporada de riego, para el año de 2005 de acuerdo a las estadísticas de la Sagarpa se cultivó una superficie de 415 mil 355 hectáreas, sembrándose principalmente en las entidades federativas de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Tabasco, Nayarit y Jalisco, con una superficie sembrada del 73.6 por ciento y un volumen de producción del 77 por ciento respectivamente del total anual del territorio nacional.

Chiapas como un estado potencial posee relevante importancia porque se obtiene una elevada producción de etanol o bioetanol a partir de la fermentación de la caña de azúcar o la remolacha, en la cual se cosechan y se obtienen aproximadamente 631.2 mil hectáreas por año, produciendo 45.15 millones de toneladas de caña, lo que representa un promedio de 70.4 por cada hectárea. La mayor eficiencia de la producción de este estado se ubica en el maíz, caña de azúcar y café.

Como parte de los estados del sur no sólo Chiapas es determinante en el ámbito ecológico de la producción de azúcar, también Oaxaca es una zona importante en el ámbito climatológico, ya que está considerada como prioritaria para la conservación, siendo parte del potencial bioenergético en la geografía de México.

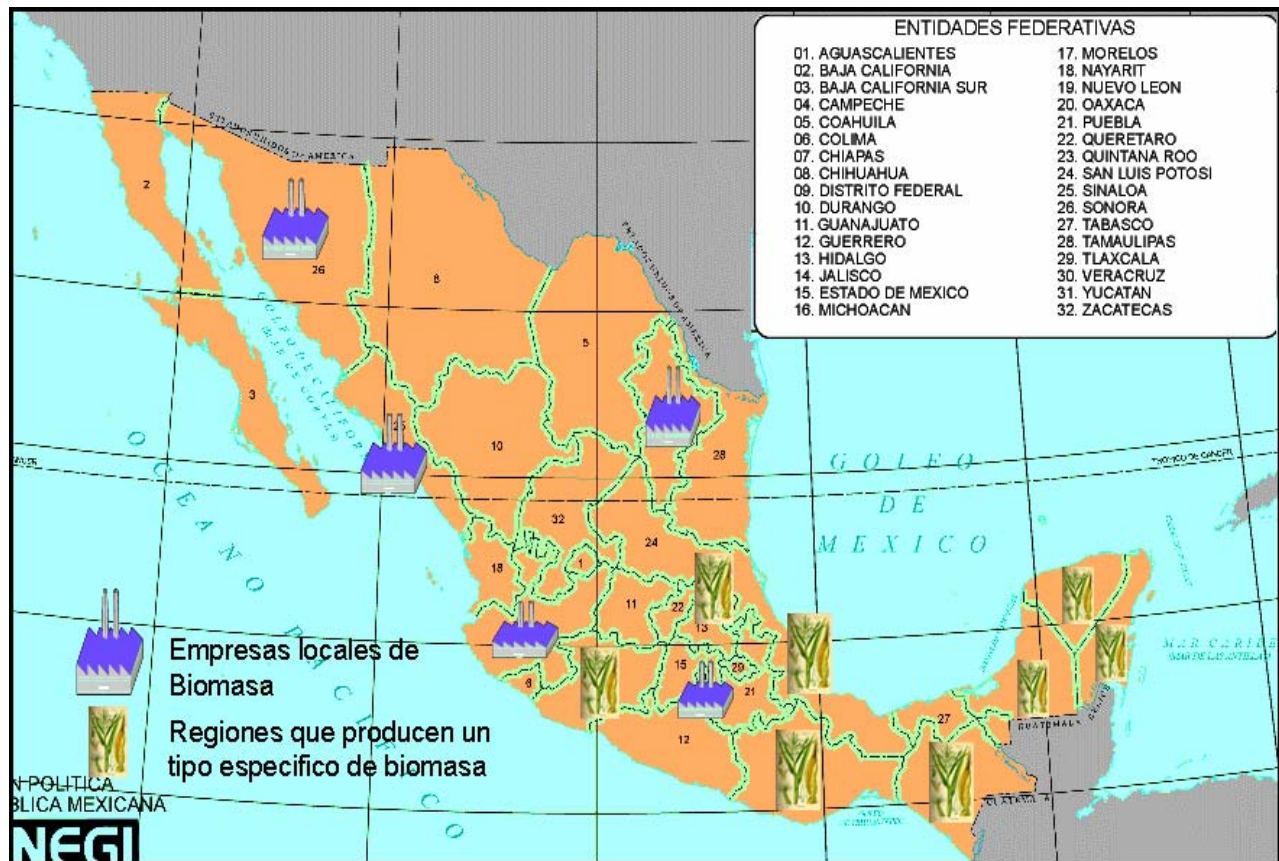
Volviendo al señalamiento de la importancia de la región de los nueve estados del Sureste de México, aun dentro de éstos hay regiones con una débil estructura, lo que se traduce en efectos de poca importancia para la destinación de recursos financieros. Ello, a consecuencia de la crisis del campo, la baja en los precios de los productos agrícolas y el encarecimiento de los insumos para el sector agrícola, entre otros factores.

Con esta proyección se busca acrecentar los nexos territoriales y académicos en las áreas de diagnóstico, evaluación, prevención, control e implementación del entorno para el proyecto de incursión o investigación de la Biomasa, mediante la participación conjunta y la cooperación en la asesoría; en la infraestructura y el apoyo con equipo especializado e intercambio de conocimientos en materia ambiental. Sobre todo establecer líneas prioritarias para continuar con la investigación con la idea de identificar las regiones más adaptables y sensibles a esta estrategia en los ámbitos local y nacional, haciendo un uso racional y sostenible de lo que proporciona la naturaleza.

## A. 2 Otros Estados también productores de biocombustibles

El punto de interés de esta tesis no puede acotarse sólo a los tres estados mencionados: Veracruz, Chiapas y Oaxaca, porque para el objetivo de la investigación, si los anteriores son importantes por su ubicación, cultivos, conservación de residuos forestales y climas, en la revisión de los distintos materiales utilizados también hay otros estados fundamentales que reúnen aspectos sociodemográficos, geográficos y actividades económicas que desarrollan un tipo de agricultura predominante; específicamente por contener plantas energéticas. Son estados a los cuales puede recurrirse para generar energía con Biomasa (observar Mapa 2). Probablemente, una alternativa energética para la región. Además de otros que también producen biocombustibles.

**Mapa 2: Estados que producen (ER) “Biomasa”**



Elaboración propia con base en la construcción de la propuesta una estrategia Regional de Innovación en México.

Se puede observar genéricamente que son pocas las regiones descubiertas o registradas que generan un tipo específico de biomasa; en la Costa del Pacífico - Chiapas, Michoacán y Oaxaca-; en la Costa del Golfo de México –Veracruz-; en el Altiplano –Hidalgo, el Distrito Federal y Tlaxcala-.

En el Distrito Federal existe el caso de una empresa mexicana que adquiere el producto de restaurantes de la ciudad de México. Se recicla el aceite que se usa en la cocina y mediante un proceso de purificación se puede extraer biodiesel. El combustible del biodiesel se obtiene del aceite, que se extrae de diferentes fuentes naturales o animales, tal es el caso del maíz, trigo, semilla de girasol, entre otros; además de los métodos para producir el carburante.

En el Estado de Michoacán existe un potencial importante por el establecimiento de plantaciones forestales, cuya producción se podría destinar principalmente a fines energéticos. Cuenta con recursos en condiciones de aprovechar la biomasa para aplicaciones térmicas, como: subproductos pecuarios -excretas de las distintas especies pecuarias que se pueden aprovechar produciendo biogás-; biogás de rellenos sanitarios a partir de residuos sólidos municipales y los residuos agrícolas y agroindustriales.

La diversidad de biomasa natural, plantaciones forestales que derivan leña para combustible e industrias en el estado de Michoacán está constituida principalmente por: leña, el carbón vegetal y otros. De las 9,686 localidades del Estado, el 60% carece de energía eléctrica; las plantaciones forestales dan la posibilidad de generar el vital servicio, sobre todo en las poblaciones más aisladas a través de microgeneradores de energía eléctrica por medio de leña. (INEGI 2006)

En el estado de Hidalgo, se ubica una compañía fabricante de Biodiesel y está en espera de implementar la materia prima a escala ascendente. Las bajas emisiones de contaminación del biodiesel, lo hacen idóneo en áreas marinas, parques nacionales y bosques. Además, su uso puede extender la vida útil de motores, debido a que tiene mejores cualidades lubricantes que el petróleo.

El proceso de la fermentación anaeróbica puede ser empleado en muchos casos, por un lado el proceso produce fertilizantes o un abono orgánico, más que un fertilizante es un acondicionador de suelos y en muchos casos se han hecho experimentos para emplearlo como un complemento alimenticio y por el otro tenemos un combustible que es el conocido como biogás.

El Proyecto de Bioenergía de Nuevo León S.A. en Monterrey, es el primero en el país que aprovecha el biogás liberado por un relleno sanitario para generar energía eléctrica, con una capacidad de 7 MW. El proyecto se desarrolló con un apoyo parcial del GEF, a través del Banco Mundial. La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) ofrece apoyo para este tipo de proyectos, desde el diseño de rellenos sanitarios, hasta la generación de energía eléctrica. Los cambios regulatorios y legales permitirán replicar este proyecto en otros rellenos sanitarios del país. Actualmente cuenta con una cartera de 4 proyectos con estudios de preinversión, y colabora en el desarrollo de otros 6.

El Grupo Energéticos S.A., en colaboración con el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), firmó un convenio de colaboración para producir biodiesel a partir de grasa animal de desecho de rastros. En julio del 2005, en Nuevo León, se inauguró la planta con una inversión de 1.5 millones de dólares (capacidad de producción inicial de 500 mil litros por mes). El biodiesel se usa como combustible en medios de transporte, en una primera etapa, para camiones industriales en el norte de México. La visión a futuro es comercializar el producto en la Ciudad de Monterrey, ya que la planta tiene un potencial de producción de 1 millón de litros por mes.

En Tlaxcala, la actividad de la agricultura de temporal ocupa 98 por ciento de la superficie, siendo el maíz el cultivo más importante (cubre 71 por ciento del total de la superficie sembrada), con una cosecha por año. Especialmente se obtienen 1.5 toneladas de maíz de temporal por hectárea en dicha entidad.

En contradicción con lo anteriormente señalado, el debate está centrado en la explotación de plantas y alimentos originadores de energía, existiendo cierta preocupación de que si se recurre en gran escala a la agricultura para obtener energía

podrían subir los precios de los alimentos, afectando directamente algunos alimentos procesados pecuarios; lo cual estaría perjudicando seriamente la agricultura.

Aunado a ello, los factores medioambientales aumentan el riesgo de pérdidas en las cosechas de maíz; la erosión implica disminuir la humedad de los suelos lo cual podría convertirse en sequía agrícola (una de las más severas en México se comienza a dar en Tlaxcala) y la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos (tormentas muy fuertes o granizadas). Son debates que se han proliferado y asumido mayor importancia y, con certidumbre seguirán haciéndolo en el largo plazo.

En México, el impacto general de perder producción sobre los bienes agrícolas sería más negativo para la soberanía alimentaria que no está del todo bien. Sin embargo, es importante mencionar la asociación conjunta de los estados; para mitigar y planificar los cultivos agrícolas. Específicamente para el cultivo del maíz se presentan desafíos interesantes sobre él. De acuerdo con análisis realizados por Anayatzin S. Mendoza (2007), del posgrado de Geografía, la climatología puede contribuir a elevar la producción agrícola, refiriendo como caso de estudio los municipios de Huamantla y Cuapixtla –principales centros productores de maíz temporal.

La investigadora sugiere que para duplicar la producción de maíz, es necesario que los productores cuenten con la asesoría de expertos en climatología para saber cuándo planear sus cultivos. Deben tomarse en cuenta al programar las fechas de siembra varios aspectos: la humedad y prevención de futuras sequías.

Conociendo esta información y comportamiento histórico-climático [...] ante un año dramático seco los productores deberían cambiar la fecha tradicional de siembra de esa planta (31 de marzo), al 25 de mayo. De esta forma obtendrán un incremento de 61.7 por ciento en su producción. [...] En un ejemplo, no se podría utilizar una semilla de 170 días, como ocurre actualmente, se tendría que usar la de 110 días, para evitar las heladas que se presentan en esos años.<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> Sagrario Mendoza Anayatzin, *Planificación y Mitigación Agrícola del Cultivo del Maíz de temporal en el Estado de Tlaxcala Basada en la Predicción de Eventos Climáticos*, 27 de febrero de 2006. Facultad de Ciencias Políticas, UNAM

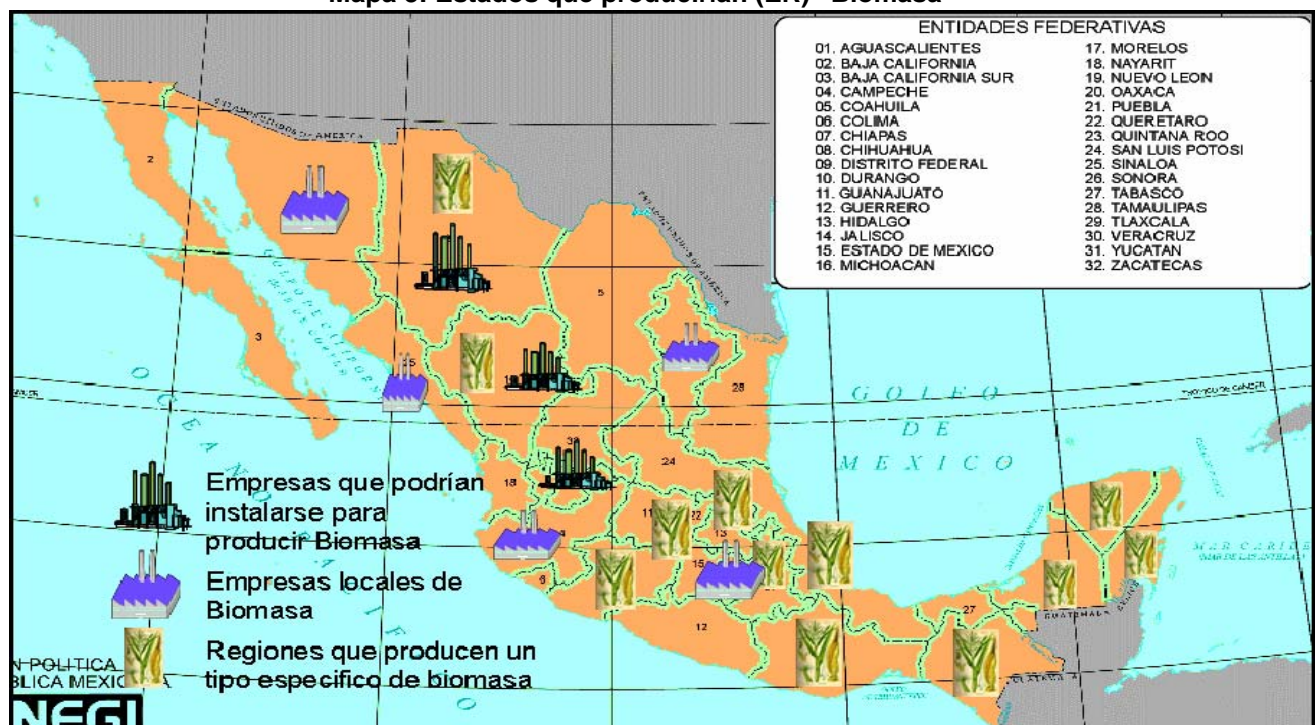


Con la anterior comparación, se puede incrementar el rendimiento de las parcelas con las medidas planteadas y aminorar una de las causas principales que reduce la capacidad productiva de algunas regiones geográficas.

Con la alternativa propuesta, la desventaja para la elaboración del etanol que en su mayoría se fabrica como combustible a partir del maíz, y del cual debe dirigirse más producción establecido en diversas discusiones. Con el afán de no estimular la alternativa anterior, se plantea: México aún no está preparado para direccionar parte proporcional de la producción de maíz con el fin de elaborar etanol. Sin embargo, los planteamientos son pertinentes para los cultivos de interés retomados, como caña de azúcar, café, trigo, residuos de árboles.

Más aun existe biomasa que se produce en el país sin aprovechamiento para consumo humano y que aún no se mencionan dentro de las distintas clasificaciones de tipos de Biomasa, como el bagazo del agave (producción de tequila), la cascarilla de café, de arroz, de trigo, lirio acuático, piña, melón, calabaza, naranja, pepino y muchos otros, que también podrían emplearse como energético. De esta forma, reflejarían un notorio cambio gradual de estados productores de Biomasa en comparación con el mapa 2.

**Mapa 3: Estados que producirían (ER) “Biomasa”**



Elaboración propia con base en la construcción de la propuesta una estrategia Regional de Innovación en México.

### **A. 3 Normatividad para impulsar el uso adecuado de la Biomasa**



La segunda base de la pirámide, el marco institucional remite a valorar las repercusiones del aumento del consumo del petróleo y su escasez, se dejarán sentir no sólo en el ramo de la energía, sino también de manera importante en los ingresos federales y, por lo tanto, en la capacidad del Estado para atender los rezagos sociales. Con ello está en puerta, la oportunidad de lograr la transición hacia un consumo energético distinto del modelo seguido desde el siglo pasado con una distinta normatividad.

Bajo nuevos lineamientos se debe aprender a usar la Biomasa y las otras fuentes de energía alternativas, con énfasis principal en desarrollar un nuevo modelo de consumo acorde con la disponibilidad de los recursos. En ese sentido, el Estado mexicano deberá emprender una campaña nacional dando a conocer cuáles serán los energéticos que moverán a la sociedad mexicana durante el siglo XXI. En el caso de la Biomasa, conocer cuántos y cuáles campos de cultivo pueden ser usados para producir bioenergéticos sin sacrificar la producción alimentaria.

El papel del Estado como promotor y regulador de la producción y consumo de energía será crucial, para lo cual el Plan Nacional de Desarrollo deberá revisarse con el objetivo de incluir una política energética clara, ausente hasta hoy día en la nación mexicana tomando en cuenta que existen limitantes de innovación y adopción tecnológica que han contribuido a posicionar a México como país poco atractivo para innovar; entre las que destacan tres aspectos: escasez de capital humano, los altos costos y el marco legal. Reflejándose en implicaciones sociales: un país con altos niveles de pobreza; baja incursión y una pobre inversión pública en ciencia y tecnología; una falta de interacción de los diferentes sectores.

Por otra parte, el desconocimiento o desinterés por los programas gubernamentales en estos temas de innovación y la falta de una política pública coordinada que vincule, efectivamente Estado y comunidades conectadas entre sí y propicie el desarrollo de cadenas de valor ha llevado a frenar la innovación en este país y a encontrar modos de

producción con una conexión virtuosa. La incertidumbre sobre las normas, la lentitud del proceso de aprobación de proyectos, la falta de personal y la preocupación de financiamiento, han desalentado este tipo de proyectos en energías alternativas.

En la parte científica o académica, los tecnólogos no reconocen del todo que su actividad representa un bien público para el crecimiento social, cultural y político del país. En su oportunidad Rosaura Díaz, secretaria de Desarrollo institucional de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) afirma: dichos sectores deben estar abiertos al diálogo e interacción con diferentes representaciones ciudadanas que expresen sus necesidades. Sólo de esta manera ciencia y tecnología y sociedad se beneficiarán recíprocamente. Si los especialistas son insensibles, habrá un detrimento en el uso de estas áreas para el bienestar general. Ello, tal como ha ocurrido, deriva en un beneficio casi exclusivo de las grandes empresas, gobiernos o de la carrera armamentista.

Estos campos son elementos indispensables para el avance común; pero la ciencia y tecnología deben contribuir a la solución de las necesidades básicas de alimentación, salud, vivienda, educación, empleo y energía reutilizable. Es evidente, que ello depende de múltiples sectores gubernamental, productivos, centros de investigación y universidades.

En lo que corresponde al tema de energía es indispensable convencer a la clase política de la urgencia de generar un cambio en las estrategias energéticas del país; es decir, los tomadores de decisiones acuerden impulsar las energías renovables y se deje el petróleo, el gas y el carbón. Porque hasta la fecha no existe una política de gobierno que busque transformar induciendo el sistema energético de México para aprovechar las ventajas naturales que tenemos y que nos permitirían contar con centrales mareomotrices, solares, eólicas, geotérmicas y de biomasa.

Específicamente en lo que corresponde a la reforma energética del sexenio anterior y actual, el Ejecutivo Federal no ha podido diseñar una política que responda a las necesidades de una producción sustentable debido a que la política soporta convenios a nivel internacional. Provocando que no se le dé importancia a las energías

renovables, a pesar de que son las únicas que garantizan el futuro de la nación porque al ritmo actual de explotación comercial, las reservas petroleras se acabarán en los próximos 9.3 años antes de la mitad de este siglo.

De acuerdo con predicciones oficiales del Centro de Investigación en Energía (CIE) de la UNAM se ha señalado que el horizonte de vida de los combustibles fósiles es cada vez menor. Las reservas probadas de los hidrocarburos se terminará en 40 años en el mundo, mientras que en México será en 9; en tanto, el gas está previsto que se acabe en 65 ó 70 años, y el carbón en 165. Es primordial obtener sustitutos y el más importante hasta ahora es la energía renovable, por lo que es necesario que el gobierno federal realice grandes inversiones en investigación y desarrollo para no tener que importar tecnología.

Desde esta perspectiva, los anteriores son obstáculos que hará de enfrentar la implementación de un programa de energía producida a través la Biomasa en la política pública irán desde lo económico hasta la homogenización de las estructuras de cada secretaría y órgano desconcentrado y el tiempo estimado en la ley para su implantación. Porque se requieren reformas al sistema, contratación permanente de un equipo profesional y financiación estable a largo plazo.

Un programa de energía producida a través la Biomasa deberá considerar objetivos prioridades y tareas del Estado para establecer una estrategia regional integral de energía como:

- Viabilizar la instalación de microsistemas energéticos<sup>50</sup> para abastecimiento local, en comunidades aisladas no servidas por la red eléctrica y destinados a apoyar las demandas sociales básicas.

---

<sup>50</sup> En el programa el tratamiento de las necesidades energéticas de las localidades rurales aisladas, no es concebido con las reglas establecidas para los sistemas energéticos convencionales. En este sentido debemos hacer algunas definiciones importantes:

Macrosistema energético es aquel que produce combustibles o energía eléctrica para consumo nacional o de una gran región.

Microsistema energético es aquel que produce energía para satisfacer necesidades individuales o de una pequeña localidad, utilizando energéticos de producción y uso local.

- Promover el aprovechamiento de fuentes de energía descentralizadas en la sustitución de energéticos para el abastecimiento de las pequeñas empresas, los núcleos de colonización y las poblaciones aisladas.
- Reforzar las redes de abastecimiento. Complementar la oferta de energía de los sistemas convencionales con la utilización de fuentes de energía renovable y descentralizada.
- Promover la capacitación de Recursos Humanos, la difusión y el desarrollo de la tecnología y la industria nacional a los efectos de mantener la continuidad de los sistemas a implantar.

Para llevar acabo estos objetivos el programa debe contar con:

- La fiscalidad de la energía; es decir, los recursos presupuestarios destinados al programa.
- El apoyo técnico de los órganos y sectores públicos comprometidos en las cuestiones energéticas. Mejorando el marco regulatorio a fin de permitir una instalación más fácil de nuevas empresas encargadas de la reutilización de desechos en combustibles alternos.
- El apoyo de los estados, los municipios y las organizaciones públicas para transitar a la nueva legislación, regulada con nuevas leyes energéticas y reglamentos derivados de ella.
- Relaciones con los países productores, influyendo en la negociación.
- Planes de ahorro energético. Controlar el crecimiento de la demanda de energía: por ejemplo, para la Unión Europea, el Libro Verde menciona la necesidad de un cambio de hábitos de los consumidores y pone de manifiesto el interés del instrumento fiscal para orientar la demanda hacia consumos más controlados y respetuosos con el medio ambiente. Se proponen gravámenes fiscales a fin de penalizar el impacto ambiental de las energías.
- La realización del mercado interior: El estado debe tomar en cuenta la puesta en marcha de políticas energéticas que mejoren el acceso de los ciudadanos más

pobres a los servicios energéticos. Tener presente que la energía es vital para el crecimiento económico, el empleo y del desarrollo social y que las perturbaciones del abastecimiento energético pueden generar inestabilidad.

Con respecto, al origen del financiamiento para un programa de Biomasa debe tomarse en cuenta que será de interés la colaboración de varios promotores; por lo cual, merece una consideración cuidadosa. Se tiene que encontrar, formas fiscales que contengan instrumentos propiciadores para la transición energética, tales como estímulos a la producción de este tipo de energía renovable, multas por excesos de consumo, normatividades estrictas para limitar el transporte individual y favorecer el colectivo, y fomento a las soluciones comunitarias, entre otros.

Desde luego, se reconoce, como principal motor financiero de esta transición al gasto público; pero habrán de establecerse mecanismos regulados por el Estado para el financiamiento privado y fijar sus áreas de competencia, haciendo énfasis en la función primordialmente social de este financiamiento y estableciendo frenos a la típica voracidad de los inversores en México.

También les deberá interesar a los organismos internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial, en particular, porque están fuertemente introducidos en los temas como la modernización, transparencia y desarrollo de tecnología. Se deberán tomar acuerdos e identificar las áreas de colaboración que involucraran a estos organismos.

Por eso, la estrategia del gobierno debe ampliarse a los ámbitos municipal y estatal, el estado debe participar en el diseño llevando a cabo estrategias, como un programa de producción y generación de Biomasa. Las primeras tareas del gobierno federal serán integrar con la Secretaría de Energía, Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad políticas que garanticen su eficiencia tanto en el sector energético como en el desarrollo sustentable. Sumado a ello un trabajo legislativo, con el fin de establecer incentivos fiscales que faciliten la generación de esta fuente de energía renovable, además del trabajo en los sectores forestales, agrícolas e industrial.

Por el contrario, es necesaria una legislación muy concreta que propicie y regule adecuadamente sanciones penales para lograr la transición energética. Ahí se considerarán las medidas en materia de adaptación, mitigación, concientización, y se definirán las áreas que el gobierno federal atenderá. Comprendiendo que en México hay una legislación desde hace décadas; donde las normas deben actualizarse continuamente, porque en un par de años se vuelven obsoletas. Esto también se ve influenciado por los cambios que hay en la población y la contaminación las cuales van en aumento y son cambiantes.

Los distintos actores, han aprendido de esas experiencias y hoy en día debe superarse el debate que anuncia el gobierno en sus campañas publicitarias: “lo más importante es llevar energía al consumidor a través del servicio de alcantarillado, tuberías, etc”. El objetivo debería ser cambiar el paradigma tecnológico y el crecimiento sustentable dejando de contaminar y desarrollar las ER, para hacer llegar un servicio de energía eficiente y al menor costo posible a los diferentes sectores de la población. Entonces habrá que cubrir la inversión, en un contexto de gobernabilidad, para cubrir el servicio. Las políticas públicas y financiera, se insiste, deben estar integradas, con una visión de armonía y alineamiento, enfocadas al fortalecimiento institucional. La cuestión es que no puede considerarse que exista una solución única, ésta la tiene que desarrollar el país. No obstante, con el desarrollo científico es posible llevar a las personas adelantos a la medida y aún costo accesible.

Los beneficios sociales esperados de esta iniciativa se traducirán en mejores servicios públicos, disponibles desde cualquier lugar y en cualquier momento; aumentarán la eficiencia del gobierno; incrementarán la participación del ciudadano en las decisiones públicas y, finalmente, reducirán los costos operativos del gobierno. Se aliviaría la actual pugna por el control de suministros básicos de energía; disminuiría el deterioro ambiental y habría una mayor oportunidad de responder a las demandas sociopolíticas de la población.

El proceso de integración de las políticas ambientales, impulsará a razonar sobre la política ambiental, la cual, tiene que ser una política a largo plazo (una política de

estado multidisciplinario e intersectorial) ya no en sectores, si no de lo nacional a lo local. Además la ciencia y la democracia deben asumir, cada una, sus áreas de responsabilidad con proyectos de política pública sobre asuntos nacionales.

Otro señalamiento es de continuar con una baja inversión y recursos limitados en ciencia y tecnología, debe definir estrategias, áreas prioritarias y garantizar la transferencia del saber que se produce en las universidades y centros de investigación, a los sectores sociales y productivos. Por lo tanto, las instituciones de enseñanza superior deben desempeñar un papel activo en la promoción del desarrollo del desarrollo social regional y local, mediante su intervención en la atención a necesidades colectivas, y en los sectores gubernamental y productivo.

Avanzar en tiempo considerable dado que los combustibles alternativos no pueden surgir de la noche a la mañana es importante que el gobierno fomente la inversión en el desarrollo de las nuevas plantas de energías alternativas, a las que agrego la del etanol, cuya producción como combustible para automóviles ha crecido tanto en Brasil y EU que ya concentran el 70 por ciento de la producción mundial mientras que México sólo ha dado pasos incipientes.

#### **A. 4 Incursionar en la Innovación ambiental recurriendo a las nuevas tecnologías**



La Biomasa es una nueva fuente de energía y un recurso abundante en el país, que puede contribuir a satisfacer la demanda energética de manera sustentable, en las ciudades y el campo. Para el 2012, la nación puede tener un 30 por ciento de su generación eléctrica con este origen (sin considerar a la hidráulica) y 15 por ciento en la obtención de energía primaria.

Por lo tanto, es necesario elevar a nivel estatal el acceso para que todas las entidades federativas tengan acceso común en el diseño de los cambios tecnológicos más recientes. Es decir, la tecnología puede ser una fuente de aprovechamiento de todos, si se delega que su uso no sea excluyente.



Sin embargo, considerando que el acceso al uso de esta energía localmente sigue siendo casi inexistente; a diferencia de que si se usaran los distintos medios tecnológicos porque sería altamente efectivo en el ámbito federal y local. Un ejemplo notable es hacer uso de la Infraestructura de Datos Espaciales de México del INEGI una red de datos sobre el terreno de nuestro país, que se está construyendo entre las diversas instituciones gubernamentales y no gubernamentales. Es un sistema integrador de información a escala federal que permite la captación de datos geográficos por incursiones tecnológicas.

El sistema informático permite mediciones de longitud, latitud y altitud de manera rápida y con gran exactitud. Está diseñado para manejar datos geográficos, que no sólo permiten sobreponer capas de información sino también se logran establecer relaciones entre ellas. Por ejemplo, bosques, cuencas o lugares físicos como cosechas del país, puede correlacionarse con la población de alrededor, las vías de comunicación, la vegetación de la región y toda una serie de datos que me permiten construir un conocimiento del área, tomar mejores decisiones y obtener el conocimiento del entorno relacionando la topografía con la demografía. Haciendo uso de esta tecnología de alta resolución, se obtendrá información muy valiosa de las condiciones del territorio para diseñar escenarios futuros de ventajas que minimicen los riesgos con la introducción de formas de energía renovable-Biomasa.

Otra opción es recurrir a la biotecnología ambiental, una disciplina encargada de descontaminar los residuos, ésta ayuda a obtener fuentes de energía, al tomar residuos o desechos que son un problema y convertirlos en electricidad. En términos generales, los microorganismos pueden proveer muchos servicios a la humanidad, por ejemplo, descontaminar agua, suelo y aire, o producir energía. Especialistas en el tema como Bruce E. Rittman señala: “si bien las funciones de los microorganismos han sido aprovechadas desde hace más de un siglo para tratar aguas residuales y desechos orgánicos, el término de biotecnología ambiental es nuevo y se comienza a introducir en sectores como el campo de la energía”.

Es reciente el desarrollo de herramientas científicas y tecnológicas poderosas, particularmente las relacionadas con la biología molecular. En consecuencia, se necesitan grupos de investigación multidisciplinarios que se involucren. También está el aspecto del financiamiento: actualmente hay instituciones que apoyan la investigación básica, otras la aplicada y unas más el desarrollo tecnológico. En el tipo de investigación básica se encuentran a los microorganismos es una tecnología que puede ser aplicada a una gran variedad de contaminantes problemáticos (nitratos o tetraclorotano, cromo y selenio) compuestos que la sociedad ha producido en años recientes y deben ser tratados.

Otras de las tecnologías eficientes, nuevas y que aún no se ven reflejadas su utilización en las diferentes regiones de México, son las calderas y estufas eficientes que consumen combustible ecológico y renovable procedente de biomasa.

Las estufas y calderas de pellets consumen pellets. Se denomina pellets a los residuos procedentes de limpiezas forestales e industrias madereras que son triturados y convertidos en pedazos de madera sobrante (viruta). Una vez secados para disminuir el nivel de humedad y las posibles resinas, son prensados en forma de pequeños cilindros. El contenido energético de los pellets es alto comparado con su bajo precio, por ello con este tipo de estufas y calderas instaladas se obtiene el mismo confort ahorrando hasta un 40% comparado con el consumo de una caldera gas-oil.

Con los pellets una estufa es capaz de autoalimentarse, siguiendo un programa para mantener una determinada temperatura o encenderse y apagarse automáticamente. Estas estufas integran un sistema de recuperación de la temperatura de humos que garantizan un rendimiento de hasta el 86%, y gracias a esta capacidad de autoabastecerse funciona un día completo de forma autónoma.

Estas dos innovaciones tecnológicas, las estufas y calderas de pellets han presentado calidad, eficiencia y rendimientos superiores a las de leña o una estufa de gas-oil como: incrementar el confort por ocupar poco espacio; permitir calentar agua; de fácil manejo; y limpios al reducir la generación de humos de acuerdo a lo examinado en el recuadro.

**Cuadro VI: Características de estufas eficientes de pellets**

| DATOS TÉCNICOS MODELO 3000     |                   | DATOS TÉCNICOS MODELO 6000    |                    |
|--------------------------------|-------------------|-------------------------------|--------------------|
| Potencia térmica en mín./máx.  | 2.5-9 KW          | Potencia térmica en mín./máx. | 3.1-11 KW          |
| Volumen calefactable           | 216m <sup>3</sup> | Volumen calefactable          | 324 m <sup>3</sup> |
| Rendimiento hasta              | 86%               | Rendimiento hasta             | 90%                |
| Consumo eléctrico* (min./máx.) | 65-130 W          | Consumo eléctrico (min./máx.) | 65-130 W           |
| Consumo pellets (min./máx.)    | 0,6-2,1 kg/h      | Consumo pellets (min./máx.)   | 0,8-2,4 kg/h       |
| Autonomía al min./máx.         | 8-28 hrs.         | Autonomía al min./máx.        | 23-60 hrs.         |
| Diámetro salida humos          | 80                | Diámetro salida humos         | 80                 |
| Peso: versión cerámica/acero   | 132/113kg.        | Peso: versión cerámica/acero  | 233/207kg          |

\*Se utiliza el consumo eléctrico para el funcionamiento del programador que permite el encendido y apagado automático. Elaboración propia con base en: Arquitectura bioclimática, 2007.

Es posible insertar estufas de pellets con forma de chimenea, una solución cómoda, limpia, ecológica y elegante.

Es importante lo anterior, en la medida que resulta favorable desarrollar mejor tecnología para tratar puntos de vista sociales apremiantes para resolver los problemas reales. Usando las tecnologías actuales se puede hacer frente a inducir el cambio del sistema energético actual a un costo moderado y atender los problemas derivados del calentamiento global, a condición de que no se tarde mucho en iniciar la propuesta.

#### **A.5 Asociación de regiones**

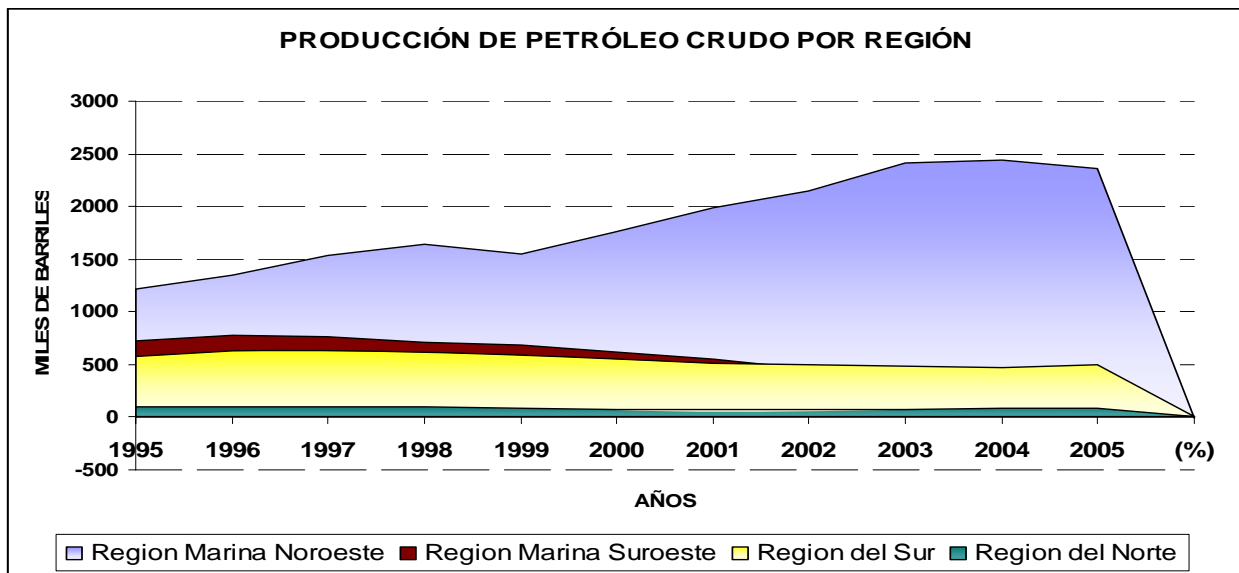


Para cubrir uno de los objetivos centrales de esta tesis se propone el proceso emergente de asociación de regiones con la utilización de la energía renovable de la Biomasa: es decir; alianzas de los estados proveedores de recursos biológicos con los estados petroleros, respetando límites y la participación conjunta. Política económica a nivel local y regional, con énfasis en sus causas, mecanismos e instrumentos, así como en sus impactos y efectos.

La punta de la pirámide permitirá el cálculo de los valores de producción de residuos en función del tipo de biomasa, el cálculo del poder energético por municipio y un análisis de vecindad para evaluar las zonas con mayor potencial para el aprovechamiento energético de la biomasa y asociarlo con los estados productores de petróleo.

En todas las regiones de norte a sur del territorio nacional, la importancia de la industria del petróleo es fundamental. Gráfico 8

**Gráfico 8**



Fuente: Elaboración propia con datos del anuario estadístico de PEMEX, 2006.

De este recurso natural, la Región Marina del Noroeste es la parte del territorio mexicano con la mayor extensión y producción de este recurso natural con 70.71%, seguido de la región marina del Sur 14.90%. Con 11.89% se localiza en el área de la región Marina Suroeste, y 2.50% en la región Norte.

Con el gráfico anterior, se demuestra que las diferentes regiones disponen de las más grandes reservas de petróleo del país y algunos de ellos son contenedores al mismo tiempo de recursos naturales generadores de Biomasa; pero se requiere de manera urgente un cambio tecnológico con programas de energías alternativas

Algunos estados como Durango, Sonora, Sinaloa, Veracruz y Chiapas pueden contribuir con el recurso de Biomasa a disminuir el consumo de productos petrolíferos. La ventaja estratégica en cuanto a la contabilidad de la balanza de pagos del país, resultaría favorecida al sustituir los combustibles producidos a partir del petróleo; se supondría una disminución de dependencia del manejo del costo del barril de petróleo en el concierto internacional, además de un ahorro de divisas.

Ahora bien, las razones económicas y ecológicas se han reunido a través de aludir que son propiamente potenciales las entidades de Chiapas, Veracruz, Tlaxcala y Oaxaca para conllevar un programa de producción de gasolina con base en etanol, aprovechando el potencial de biomasa que se genera en dichos estados; priorizando con la diversificación de cultivos, los residuos de la caña de azúcar, el bagazo de leña trigo, etc.

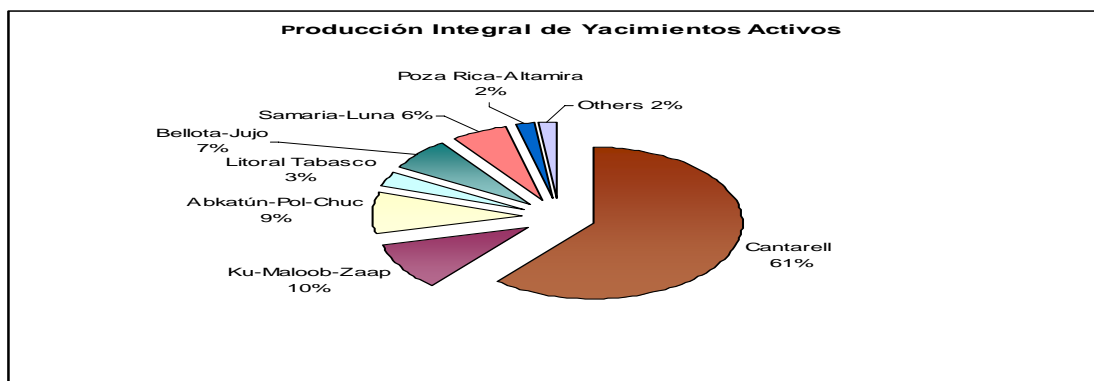
El programa para adicionar etanol a las gasolinas impulsará el empleo en el país. Un programa de esta índole consiste en utilizar etanol en producción de gasolinas, mezclándolos en las seis refinerías con una capacidad total de 1,540 barriles por día, en los 92 terminales de distribución o almacenamiento, también en las 7554 estaciones de servicio.<sup>51</sup> Como tal, una excelente prueba para entender el impacto regional y global del incremento de la urbanización y la importancia de incursionar en un programa de Biomasa, es la compensación del declive paulatino (una caída del 20 por ciento en el 2007) del yacimiento Cantarell\*, que aporta más de la mitad de la producción total de crudo con dos mil barriles al día. El gráfico 9 proporciona los principales yacimientos, después de éste:

---

<sup>51</sup> Una de las principales refinerías que abarca un 40 por ciento hasta 2006, se ubican en el Paleocanal de Chicontepec, un reto fundamental, es formular nuevos esquemas que impulsen el desarrollo del recurso prospectivo de las reservas actuales. Al respecto, esta zona, que constituye la mayor acumulación de hidrocarburos en México, requiere en los próximos años la perforación de cerca de 20 mil pozos con inversiones de 30 mil millones de dólares, a fin de explotar adecuadamente sus recursos. Este número de pozos, se aproxima al total que se han perforado en México en toda su historia.

\*El complejo Cantarell –el cual fue descubierto en 1976, y se encuentra vigente desde 1979 – es el más importante sitio de extracción: representó alrededor del 60 por ciento de la producción de PEMEX en 2007. Inclusive, es el número dos en el mundo.

**Gráfico 9**



Fuente: Elaboración propia con datos del anuario estadístico de PEMEX. 2006.

El grupo de Consultores Internacionales (2007) argumenta que se deben tomar medidas para ahorrar este energético a fin de que se cuente con un margen de maniobra para seguir contando con hidrocarburos propios que atiendan a las necesidades energéticas del país, y la complementación en gasolinas con Biomasa es una de las medidas.

Las oportunidades para la aplicación de la biomasa en México con fines de generación eléctrica se dan en dos ámbitos distintos, pero complementarios: uno, con instalaciones ligadas a la red eléctrica tanto en forma de grandes centrales generadoras como a través de pequeños sistemas dispersos mediante el esquema conocido como generación distribuida. El otro, con instalaciones en zonas remotas, alejadas de las líneas de distribución, para la alimentación de pequeñas cargas aisladas tanto en proyectos productivos como de mejoramiento de calidad de vida en el medio rural.

En ambos casos, el uso de la biomasa conlleva beneficios para el país que van más allá del simple suministro de electricidad y del correspondiente ahorro de combustibles fósiles. Se incluyen, entre otros, la reducción de las emisiones a la atmósfera de gases con efecto invernadero, la creación de empleos en la industria del ramo mediante la producción local de bienes y servicios, la diversificación de algunos giros industriales y el fortalecimiento del aparato científico-técnico del país. A la vez, el desarrollo de proyectos en la modalidad de pequeña generación y autogeneración presupone la aportación de capitales privados para la construcción de mayor capacidad de generación, como complemento de los recursos destinados a ello por el gobierno.

Por su parte, los proyectos en el ámbito rural ayudarían en aliviar tensiones sociales y proporcionar un nuevo elemento para facilitar el desarrollo económico de zonas marginadas. El uso de la biomasa ofrece además la oportunidad para diversificar el suministro energético, reforzando la seguridad energética del país. Por ejemplo, un programa a 14 años para desarrollar 5 000 MW del potencial nacional existente agregaría anualmente 360 MW de capacidad de generación al sistema eléctrico nacional; propiciaría la creación de treinta mil empleos directos y treinta mil indirectos, permanentes y temporales; canalizaría la aportación de 450 millones de dólares de capital privado anualmente para la construcción de las plantas; evitaría la emisión a la atmósfera de nueve millones de toneladas de gases con efecto invernadero; propiciaría el ahorro anual de 17 millones de barriles de petróleo, y alentaría la vinculación de la industria con los centros de investigación y desarrollo tecnológico [Borja, M.A. et al., 1998].

Desde el punto de vista de las aplicaciones inmediatas en México, las oportunidades más claras para sistemas conectados a red se identifican en el ámbito del aprovechamiento de la energía eólica y de la energía contenida en los desechos sólidos municipales convertidos en biomasa. Ambos se vislumbran como la mejor oportunidad para dotar de energía a proyectos productivos en el medio rural.

En contraposición a las oportunidades que se vislumbran hay un número de factores - técnicos, económicos e institucionales que será necesario retomar si se pretende establecer un programa de reducción de consumo y sostenido en el aprovechamiento de la biomasa y las energías renovables en general. Algunos de ellos se analizan en el siguiente apartado denominado limitantes.

Al poner en su totalidad la implementación del programa de producción de biocombustible se trabajará la tierra y habrá un mayor manejo, se aprovecharán los residuos y producción de la caña, las gramíneas, trigo y sorgo para producir el combustible y complementar la gasolina de hidrocarburos que habrán de mover la industria automotriz de transporte; requiriendo tecnología, e inversión.

Para el caso de la caña de azúcar la temática es importante porque son pocos los estados y más aún las organizaciones que están adentrándose en la producción de biocombustibles con este insumo. Por tal motivo, se insta al Gobierno Federal y Estados para que aseguren un proceso político rápido con el fin de lograr una política energética mexicana más ambiciosa que incluya un plan de acción concreto. Aclarando que una estrategia para la seguridad del suministro deberá respetar las diferencias geográficas, económicas, regionales, climáticas y estructurales de cada estado de la República Mexicana.

La principal conclusión es que explotar las oportunidades ofrecidas de los residuos agrícolas e industriales; dará lugar a una mayor integración del territorio, pero requiere que México haga cambios importantes de su política en el nivel y eficiencia de sus esfuerzos en innovación ambiental.

#### **A.6 Fomentar la conciencia de la población sobre nuevas formas de vida.**

En nuestra forma de vivir, no nos percatamos, pero utilizamos energía para casi todos los actos de la vida cotidiana: que el agua llegue a casa; tener comida congelada o cocinarla; leer por las noches o tener ropa limpia requiere energía. La vida está tan ligada a la energía casi como al agua o al aire.

No se puede prescindir de la energía, pero mientras se logra generarla mediante fuentes de energías renovables el consumismo debe ser desacreditado. En realidad, es poco lo necesario para vivir, lo que hace costosa la vida son los valores y los roles asignados por la sociedad de consumo, que tienen relación con la forma en que la humanidad está produciendo y maneja su energía.

El mal uso dado a la energía por las empresas y ciudadanos, ha llegado a convertirse en una de las principales alteraciones del equilibrio de la naturaleza. (Observar en el anexo demanda de energía eléctrica por consumidor final). El desperdicio inconsciente de la energía ha llevado a formular una amplia gama de actividades del quehacer para ahorrarla. De hecho, según la Comisión Nacional para el Ahorro de energía (2007), el consumo energético de nuestro país puede reducirse más de 20% mediante programas



de eficiencia energética que involucre a los consumidores.<sup>52</sup> Fortalecidos estos mismos, con proveer de información detallada a la población sobre cada aspecto del problema energético, de incentivos al ahorro e impuestos al derroche.

## **B. Limitantes**

### **B.1 Costos.**

La biomasa no compite con los combustibles convencionales únicamente sobre la base de costos de inversión o generación. La excepción se da en nichos de mercado, como la electrificación en zonas remotas o la generación aprovechando los desechos municipales. Esto indica, por un lado, que el costo de la biomasa debe disminuir, en muchos casos de manera importante, para que pueda ser competitiva. Para ello, es determinante aminorar los círculos viciosos reflejados en los estados que contienen recursos generadores de la Biomasa presentados en el siguiente recuadro VII.

| ESTADO  | RESIDUO/<br>CULTIVO  | OBSTÁCULO   | EFECTOS  | ACCIÓN PARA<br>MITIGAR<br>OBSTÁCULOS  |
|---|----------------------|---|--|---|
| V<br>E<br>R<br>A<br>C<br>R<br>U<br>Z<br><br>C<br>H<br>I<br>A<br>P<br>A<br>S | Caña<br>de<br>azúcar | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ La corrupción en la entrega y manejo de apoyos económicos al sector cañero.</li> <li>■ Apoyos económicos entregados a destiempo (tres o cuatro meses después de las fechas propicias para la siembra de la caña.</li> <li>■ Escasos trabajos agrícolas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Propicia una alta migración de cortadores de caña (70 mil veracruzanos emigran cada año) y, retrasa el ciclo del levantamiento de la vara.</li> <li>■ Retrasa su crecimiento, y maduración, hace que no se coseche o represente una pérdida para los cañeros, quienes tienen que venderla a muy bajos precios.</li> <li>■ La escasez de mano de obra, repercute en el corte a tiempo de la caña de azúcar. Este retraso implica que la caña se corte después de su nivel de maduración (y pérdida sacarosa) y eso se refleja en el valor que por ella pagan los industriales.</li> <li>■ Los productores no tienen créditos suficientes para realizar cuidados básicos de sus parcelas (riego, limpia, chapeo), la producción de caña por hectárea es baja; de hecho, cosechan 70 toneladas en lugar de 110 y eso repercute en sus ingresos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vigilancia de la entrega de apoyos económicos a tiempo.</li> </ul> |

<sup>52</sup> Para más información sobre medidas y recomendaciones que debemos tomar para ahorrar energía consultar: [www.greenpeace.org.mx](http://www.greenpeace.org.mx) y [www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

| ESTADO  | RESIDUO/<br>CULTIVO  | OBSTÁCULO  | EFEKTOS  | ACCIÓN PARA<br>MITIGAR<br>OBSTÁCULOS   |
|---|--|--|--|--|
| <b>T<br/>L<br/>A<br/>X<br/>C<br/>A<br/>L<br/>A</b>  | <b>Maíz</b>  | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Alta dependencia de importación de maíz.</li><li>■ Los factores medioambientales aumentan el riesgo de pérdidas en las cosechas de maíz; la erosión que es la disminución de la humedad de los suelos podría provocar una fuerte sequía agrícola</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ En inicios del 2007 el costo del maíz amarillo comenzó a subir, por el incremento de la demanda mundial para la fabricación de bioenergéticos, el sector pecuario de México empezó a utilizar maíz blanco, lo cual provocó desabasto a nixtamaleros y harineros. También los aumentos a los precios de la tortilla y el azúcar, dos de los productos de mayor consumo se convirtieron en un factor de presión inflacionaria, un mayor costo al público de ambos alimentos provocaron un repunte de la inflación general.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ La alternativa para aumentar la producción de maíz en México, es aprovechar la enorme diversidad y riqueza histórica de saberes y semillas nativas, en complementariedad horizontal con la producción de semillas en instituciones públicas y sin patentes. Son, propuestas que plantean que México puede duplicar la producción actual con estrategias multifacéticas y descentralizadas, sin transgénicos ni transnacionales.</li></ul>  |
| <b>M<br/>I<br/>C<br/>H<br/>O<br/>A<br/>C<br/>A<br/><br/>O<br/>A<br/>X<br/>A<br/>C<br/>A</b> | <b>Plantaciones<br/>Forestales</b><br><br><b>Residuos<br/>Forestales</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>■ La deforestación y cambio de uso de la tierra.</li><li>■ Es crítica la falta de información cuantitativa de biomasa y carbono almacenado en estos ecosistemas y particularmente en las poblaciones de árboles.</li></ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Incertidumbres sobre las tasas de cambio de la cobertura y masa forestal.</li></ul>  | <ul style="list-style-type: none"><li>■ Avanzar en la estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea forestal<sup>53</sup> del estrato arbóreo en bosques naturales de las ecoregiones existentes con la mayor exactitud posible, a efectos de modelar los flujos de carbono por cambio del uso de la tierra.</li><li>■ Utilizar la información de inventarios forestales los que logran suficiente cobertura de superficie para representar la población de interés.</li><li>■ Dar un seguimiento a la planeación territorial que tome en cuenta la vocación de los suelos y su potencial como recursos naturales.</li></ul> |

Fuente: Elaboración propia con datos extraídos de varias fuentes: Informe "Migración de cañeros a EU, Universidad Veracruzana, 2007"

<sup>53</sup> Biomasa aérea total (Bt), se refiere al peso seco del material vegetal de los árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho o DAP) mayor a 10 cm, incluyendo fustes, corteza, ramas y hojas. Corresponde a la altura total del árbol, desde el suelo hasta el ápice de la copa.

Por otro lado, también se indica la existencia de subsidios sobre el precio de los energéticos convencionales o costos no contabilizados en cualquiera de las etapas del proceso eléctrico convencional que actúan en contra de la biomasa. De igual manera, es en detrimento de la biomasa que los costos de factores externos, tales como los impactos ambientales causados por el uso de los energéticos convencionales se contabilicen por separado de los costos de la energía o, simplemente, no se tomen en cuenta.

La mayoría de las tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa tienen costos iniciales de instalación más altos que sus contrapartes convencionales. Esto acarrea dos problemas: primero, se crea la percepción de que la biomasa es relativamente más cara, aun cuando en su ciclo de vida puedan generar electricidad a menores costos, porque sus costos de operación son menores. Y, segundo, desalienta a los inversionistas que buscan mayores márgenes de utilidad con menores inversiones. Típicamente los proyectos de generación con energías renovables son más pequeños que los convencionales; en consecuencia, cuando no existen reglamentos adecuados para los pequeños proyectos, los costos de planeación, desarrollo y administración de éstos se hacen relativamente mayores que los correspondientes a los sistemas centralizados convencionales.

Por último, la aplicación de la biomasa en la generación de biocombustibles para el uso industrial y de los transportes, se ve limitado por la disponibilidad de biomasa de cultivo sostenible.

## **B.2 Marco institucional y legal.**

Existen también barreras de carácter legal e institucional que se deben salvar, como es la ausencia de leyes, planes y programas que estimulen la creación y el crecimiento del mercado de la biomasa, que faciliten la introducción y la asimilación de las tecnologías por la industria nacional, y que fomenten el desarrollo de las tecnologías. Dado que el aprovechamiento de la biomasa trae consigo beneficios no sólo en lo energético, sino también en lo ambiental, lo económico y lo social, la elaboración de leyes para su uso requiere de acciones concertadas entre los distintos órganos de gobierno que atienden

los factores antes mencionados. Por otro lado, se nota una falta de lineamientos claros sobre cómo proceder para el desarrollo de pequeños proyectos relacionados a la biomasa en el marco de las leyes en materia ambiental.

Los requerimientos y procedimientos desarrollados para grandes centrales convencionales presentan dificultades para su aplicación en pequeños proyectos no convencionales, por lo que requieren ser revisados y adecuados para el caso de proyectos vinculados a la biomasa. (Ver la parte de Normatividad: para impulsar el uso adecuado de la Biomasa, p 100).

### **B.3 Desconocimiento.**

Se aprecia un desconocimiento casi generalizado entre los actores clave del mercado energético acerca del estado de desarrollo de la biomasa para generación eléctrica y los beneficios que su uso puede traer a la sociedad.

Revisando la política energética de los 27 países europeos, una empresa europea, estimó la producción de biodiesel deduciendo que tiene mayor presencia en el continente, se constató que Alemania en 1998 producía 65 mil metros cúbicos, y en 2005 la cifra creció a un millón quinientos mil metros cúbicos. Siendo uno de los primeros países que ha generado ventajas a partir de su conocimiento. En el caso de México, persiste un desconocimiento sobre este producto. Aún se están dando los primeros esfuerzos e inicios porque el gobierno federal e instituciones educativas saben poco sobre qué es el biodiesel, lo que ocasiona una mínima producción del mismo y una baja incursión.

La solución a esta barrera requiere de mecanismos adecuados y ágiles para el acopio y disseminación efectiva de información objetiva y actualizada sobre los resultados de proyectos prácticos y sus factores de éxito o fracaso. Esto ayudaría a reducir los costos de evaluación de las tecnologías y de las estrategias de implantación, evitaría la duplicación de errores y estimularía la aplicación de ideas exitosas.

#### **B.4 Recursos humanos.**

Es preocupante la marcada escasez de personal capacitado para el desarrollo e implantación de proyectos de generación de energía con biomasa, así como para la operación y mantenimiento de los sistemas, una vez que éstos se lleguen a instalar. Si México pretende explotar favorablemente sus recursos energéticos renovables debe superar esta barrera con el establecimiento inmediato de programas para la formación de recursos humanos y el desarrollo de metodologías para asimilar y desarrollar estas tecnologías.

Así como, la creación de centros de estudios y departamentos de investigación con capacidades científico-tecnológicas, gestión tecnológica y vinculación institucional. En forma particular podrá robustecerse la formación de recursos humanos y satisfacer la demanda futura de especialistas de alto nivel en sistemas energéticos, ante los graves problemas de energía y de contaminación ambiental que se vislumbran en el mundo.

**C. El estado mexicano frente a la rentabilidad que representa la biomasa como energía alternativa para lograr un mayor desarrollo industrial.**

Actualmente, las controversias que provienen del uso de cualquiera de las energías alternativas (biomasa, nuclear, geotérmica, solar, eólica, mini y micro hidráulica y oceánica), desembocan en que originarán cambios en la estructura de las economías, además el debate discierne sobre los costos, eficiencia y la necesidad de hacer frente a la creciente demanda de energía. Este argumento es importante, porque esta demanda energética puede enfrentarse con mayor eficiencia (tanto en generación como en consumo) restando importancia a las industrias intensivas en energía eléctrica. Por ello, el siguiente apartado analiza, la viabilidad de la rentabilidad de la biomasa a través de varias razones.

“[...]mientras en la ciudad de Nueva York, el kilowatt hora para consumo doméstico cuesta al usuario el equivalente de un peso con 49 centavos, el promedio de cualquier gran ciudad mexicana, es de dos pesos con 30 centavos[...] Consultores en Energía AC, empresa privada, calcula que los mexicanos pagamos la luz más cara del mundo.”<sup>54</sup>

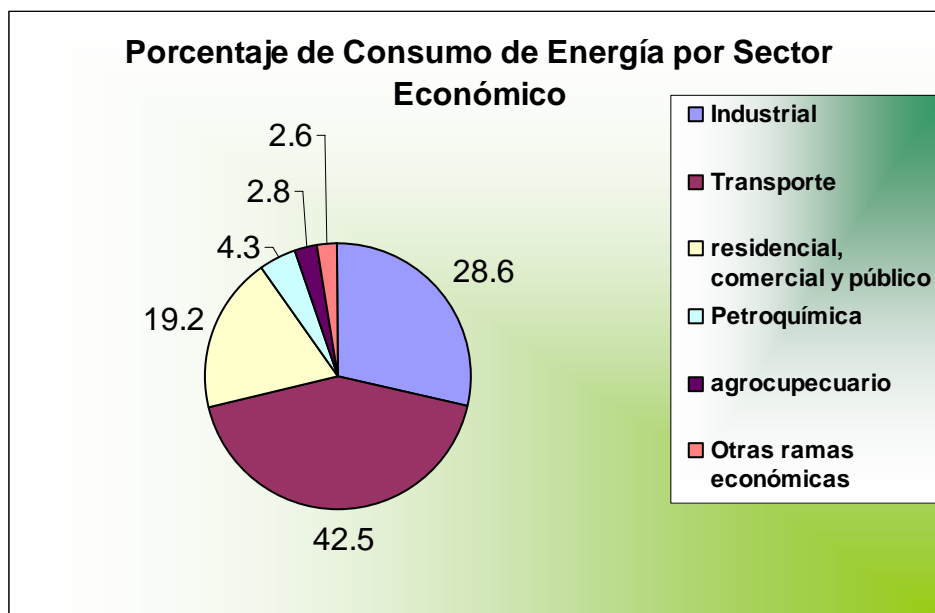
Cabe por ello, insistir en que el país y el mundo requieren un cambio de paradigma energético. En el caso de la República Mexicana la infraestructura energética nacional actual nos hace altamente dependientes del extranjero con respecto a la tecnología e importación de combustibles. Además 92 por ciento de la estructura primaria, de acuerdo con datos del 2007 del Centro de Investigación en Energía (CIE) de la UNAM, proviene de fuentes fósiles.

En cuanto al consumo, corresponde el 42.5 por ciento al transporte, 28.6 al industrial, 19.2 residencial, comercial y público, 4.3 a petroquímica de Petróleos Mexicanos, 2.8 al agropecuario, y 2.6 por ciento a otras ramas económicas como se aprecia en el gráfico diez.

---

<sup>54</sup> Calva, José Luis. *Huele Mal*, La Jornada, 24 de marzo de 2006. pp. 6

**Gráfico 10**



Elaboración propia con base en datos del (CIE) Centro de Investigación en Energía, 2007

Las Energías Renovables (ER), son la solución al problema energético de México, asegura Claudio A. Estrada, director del (CIE). Quiere decir entonces que su alza hace más atractivas las opciones energéticas renovables, a lo que debe agregarse las múltiples posibilidades que abre el desarrollo tecnológico para hacerlas rentables.

La rentabilidad se establece en su caso como la parte provechosa o el beneficio que se rendirá u obtendrá con la introducción de la Biomasa; pero ésta, se ve sujeta, porque aunque existan varios proyectos de investigación que pretendan conseguir un mayor desarrollo y beneficio de la energía de biomasa, la rivalidad económica que plantea con el petróleo es responsable de que dichos esfuerzos se hallen aún en una fase temprana de desarrollo y, dado el carácter estratégico del petróleo, esos proyectos no reciben estímulos.

Incluso, surgen dudas sobre la rentabilidad de la producción de biocombustibles. La viabilidad económica del etanol como alternativa a la gasolina es puesta en duda al caer el precio del petróleo por debajo de cincuenta dólares el barril, en tanto el precio del maíz –principal ingrediente del nuevo combustible- se eleva a su mayor nivel en 10

años.<sup>55</sup> La elevación de costo de este producto conlleva con aumentar el precio de un conjunto de productos alimenticios. Pese a la volatilidad de los mercados del petróleo crudo y del maíz, el etanol sigue siendo un negocio muy rentable en tanto que los precios del crudo se mantengan arriba de los cincuenta dólares el barril. Significando entonces que la escalada de precios del maíz servirá de catalizador de una significativa expansión de la superficie de cultivo y al final de una reducción de precios.

Ahora bien, las anteriores expresiones de rentabilidad son ilustrativas para el caso de Estados Unidos que ya han transitado a un nivel mayor de utilización de los biocombustibles; pero en la situación de México debe aclararse que la rentabilidad aún queda expresada en incursionar en un programa de los mismos. El problema que se expresa está fuera todavía de una participación en volumen de producción, ya que si se reposa sobre la idea de producir etanol con base en maíz deberá cuestionarse que la producción actual del maíz es insuficiente y cubre sólo parte del consumo para la población o para la producción industrial masiva de animales, pero aún no está reflejado o claro el asunto y existen dudas para alimentar automóviles con biocombustibles. México importa entre cinco y ocho millones de toneladas de maíz al año, mismas que representan 30% del consumo nacional. Es urgente elevar la producción para satisfacer el consumo interno, de lo contrario habrá mayor escasez.

Está verificado el desplazamiento de varios cultivos, porque ante tal dependencia del gran rendimiento del maíz. Provocaría una tendencia perjudicial a la producción de caña de azúcar, café, trigo, sorgo; plantaciones donde debería estar dirigida la atención. El gobierno debe subsidiar la producción de otros cultivos, porque en el caso del maíz retomado, hay riesgos de no poder abastecer el consumo total. En el interés por introducirse en el nuevo mercado de biocombustibles, el maíz no puede ser la única alternativa agrícola de México para entrar en el campo de los bicombustibles.

---

<sup>55</sup> En los mercados de materias primas, los precios del maíz se elevaron, lo cual redujo mucho la rentabilidad de producir etanol. Luego de una década de comercializarse entre 2 y 3 dólares por bushel (25.4 kilos) se vendía a 4.09. Al mismo tiempo en Estados Unidos, el precio del crudo cayó a su punto más bajo en 20 meses, de 49.90 dólares en New York. Stephen Foley, The Independet, 20 de enero de 2007. p. 22



El reto en México ahora es una fase de inicialización donde se tiene la preocupación de aprovechar primero los residuos agrícolas, animales o industriales para producir electricidad, gas, fertilizantes y después traspasar al panorama de los biocombustibles y no al revés y lo sustenta la siguiente cita.

“Aprobada en diciembre 2006 por la Cámara de Diputados, la propuesta de producir biogás plantea ubicar las fórmulas para insertar a México en el uso de energías renovables, ante el dramático agotamiento de los hidrocarburos de origen fósil. La posibilidad permitiría, en la carambola, un aprovechamiento óptimo de los recursos del campo; una drástica caída de los niveles de contaminación, y la reducción de importaciones de gasolina. De lo extenso del ramillete habla, por ejemplo, la alternativa de producir biogás a partir de desechos animales y agua residual a partir de residuos sólidos municipales, cuyas 90 mil toneladas diarias que se generan podrían producir hasta 850 megawatts cuyo costo del combustible sería de dos dólares el kilo.<sup>56</sup>

Ante esta situación se reconocen los beneficios del combustible del etanol fabricado por maíz porque se obtiene de fuentes renovables, pero es desaconsejable la adopción por parte de México un sistema de producción de etanol a partir del maíz, como hace Estados Unidos. Ante esta situación, Mario Molina premio Nobel de Química en 1995 (2007) recomienda utilizar la caña de azúcar para elaborar el combustible como hace Brasil, así como explorar nuevas formas de conseguir “etanol celulósico” mediante desperdicios agrícolas, modalidad que utiliza mucha menos energía de la que generaría como combustible.

Para la obtención de etanol a partir de almidones se estima a nivel internacional un costo de inversión de 0.8 USD/l; a partir de recursos ricos en azúcares (melaza), el costo de inversión es de 0.40 USD/l. La elaboración de biodiesel a partir de aceite de soya tiene un costo de 0.57 USD/l, y a partir de aceite de girasol el costo es de 0.52 USD/l. [Programa Sectorial de Energía 2001-2006 (PSE)]

---

<sup>56</sup> Alberto Barranco, Ob. cit. pp.15

La rentabilidad expresada en este recurso, la caña de azúcar es la mejor vía, no sólo por la competitividad del precio sino también por los efectos en el medio ambiente y en la economía, como es la reactivación de la industria azucarera. Una alternativa para los productores de azúcar que han sufrido la baja de los precios con la apertura de los mercados.

Lo extraordinario es que al respecto del argumento de la subvención del gobierno, existen industrias que no requieren subsidios para poder funcionar. En Monterrey, se mencionó con anterioridad funciona una empresa denominada Biocombustibles Nuevo León S.A., que está buscando fórmulas para producir biodiesel y biogás, sin ningún apoyo económico por parte del gobierno federal.

El párrafo anterior, trae a comentar el dilema de si la rentabilidad depende de la política pública, de sectores privados e instituciones académicas o sólo de la colaboración de estas dos últimas, por lo cual se ha propuesto la inserción de la Biomasa en el esquema energético y trabajar dentro de acciones que sólo correspondan al gobierno, por ejemplo:

- A. De acuerdo con la exposición de motivos de la intervención del estado, cuya aprobación se ha rezagado, debe estimular las tareas de investigación, de ser así las acciones en el año 2030 la bioenergía eléctrica podría representar entre 7% y 17% de la oferta nacional, lo que abatiría hasta 16% las emisiones de bióxido de carbono.
- B. Manejo responsable de los residuos agrícolas, de animales y desperdicios industriales.
- C. La iniciativa de hacer obligatorio el uso de biocombustible como: oxigenante de las gasolinas y combustible para el transporte público. Más aún, el uso de la biomasa como fuente de energía permitiría mejorar las economías rurales, reduciendo costos por insumos, con posibilidad de alcanzar la autosuficiencia y aún vender excedentes en el mercado automotriz.
- D. Acerca del suministro de energía de la Biomasa se propone hacerla a través de las redes ya existentes de suministro eléctrico o de combustibles de uso directo. También se plantea el uso de esta energía para satisfacer las demandas de comunidades aisladas de las redes de distribución energética convencionales.

Como dice Alejandro Nadal (2006) investigador del Colegio de México “es mucho más económico invertir en otras opciones que realmente tienen emisiones cero (como las fuentes de energía renovables) que en los armatostes nucleares”.

Otros resultados alcanzados, serían:

- **Mejoramiento de condiciones de vida de la población:**
  - Electricidad para uso doméstico
  - Salud (reducción de enfermedades por contaminación) y alimentación.
  - Modernización de infraestructura en electricidad y comunicaciones
  
- **Mejoramiento de la producción agrícola y forestal.**
  - Agricultura sostenible
  - Lograr la soberanía sostenible basada en las prácticas agroecológicas
  - Aminoramiento de la desertificación de diversas zonas
  - Reducción del desperdicio
  
- **Fortalecimiento organizativo y de capacidad de gestión**
  - Plan de mediano y largo plazo
  
- **Participación social**
  - Manejo comunitario
  - Reglamentos comunitarios
  - Conciencia con respecto a la energía
  - Educación ambiental, cultura de pago del ciudadano por utilización de servicios ambientales
  
- **Papel de las autoridades (comunitarias, locales, municipales)**
  - Incidencia política
  - Congregará a instituciones gubernamentales y no gubernamentales sectores público federal, estatal y municipal, así como de los sectores académico, privado y público con el fin de consolidar la Infraestructura
  
- **Aprendizaje técnico**
  - Posicionamiento de disciplinas como la geografía herramientas de conocimiento, estudio e investigación.
  - Diseñar escenarios de futuro. Al modificar las condiciones de un entorno, lograr pronosticar qué consecuencias pueden traer, y así tener mayor capacidad para tomar decisiones.

Convencimiento de los dirigentes empresariales sobre la protección del ambiente, mejorar su imagen y reducir los riesgos a largo plazo es clave para mantener a sus clientes.

Las grandes empresas deben aprender a conciliar sus intereses con la necesidad de frenar los daños al medio ambiente a través de no financiar proyectos dañinos para el mismo.

Inversión de millones de dólares en energía renovable y creación de un centro para mercados ambientales.

Diseñar un escenario futuro de la disponibilidad de recursos biológicos en México en los siguientes 50 años.

#### Relación y alianzas con otras organizaciones

Fortalecer las alianzas entre todos los productores, usuarios o investigadores que generan información geográfica, económica del país.

Construir conocimiento para la toma de decisiones inteligentes, para que éstas se transformen en acciones y desarrollo y contribuyan al desarrollo del país.

Es indispensable encontrar nuevas fuentes de financiamiento que permitan impulsar los proyectos de la Biomasa. Habría que hacer notar que el incentivo de dicho proyecto bioenergético para hacer frente al complejo entorno energético que enfrenta el país debe recaer sólo en el papel del gobierno federal, sin la conjunción y participación del capital privado, recordando que parte de la tecnología para la generación de la biomasa implica altos costos. Siendo así, el Estado debe apoyar la inversión y subsidiar a los recursos que originan la Biomasa resaltando uno de los aspectos que con más urgencia debe asumir: reducir la dependencia del país en las importaciones de petróleo y aumentar su capacidad para tratar los temas relacionados con los riesgos climáticos.

En el análisis "Acciones estratégicas para elevar el crecimiento: asegurar el abasto de energía", del Centro de Estudios Económicos del Sector Privado (CEESP) especifica que el abasto de energía en México no es confiable y corre el riesgo de ser insuficiente, lo que pondría en riesgo el bienestar social. Más importante es presentar las alternativas y evaluar sus posibles efectos en el país, el cual requiere de forma urgente una política integral que contemple tanto los aspectos energéticos como el desarrollo industrial. Para garantizar el desarrollo el Estado debe comprometerse con una visión a largo plazo del aprovechamiento de esta energía limpia; generar políticas, marcos legales y económicos para su crecimiento, es decir, formular un plan nacional

estratégico integral que contemple entre los obstáculos a vencer de los biocarburantes y biocombustibles en su penetración en el mercado energético, la necesidad de tener un precio inferior a los carburantes y combustibles tradicionales.

Por esto potenciar el desarrollo de las Energías Renovables, particularmente el de la Biomasa debe ser uno de los objetivos centrales de la política energética.

En el ámbito empresarial, la rentabilidad de la Biomasa también se muestra en el alcance de mayores ventas y ganancias por varias empresas reconocidas a nivel mundial que usan y usarán los biocombustibles. Como se señala en el capítulo de las razones que han impulsado la utilización de la Biomasa.

## **CONCLUSIONES**

El haber llevado a término esta investigación, permite señalar las siguientes valoraciones:

Las Energías Renovables (ER) representan temas nuevos de gran interés, de especial relevancia pública y que no han sido lo suficientemente tratados o explorados.

En lo que respecta al uso de la biomasa ya no se plantea como una opción, sino como una realidad en varios países desarrollados y subdesarrollados, debido a una creciente crisis de abastecimiento e incremento de los precios del petróleo, pero también ante los elevados costos por una posible escasez de los recursos energéticos fósiles y de las pérdidas ambientales que genera el cambio climático, se impulsa la búsqueda constante de combustibles compatibles como éste, que compartan y no afecten al medio ambiente.

La Biomasa, que no contamina el medio ambiente con gases ni agrava el efecto invernadero, es una valiosa alternativa frente a los combustibles no renovables como el petróleo. Resulta importante puntualizar que no existe ningún proceso de producción de energía con cero contaminación, pero ésta puede ser una opción adecuada para evitar los efectos negativos provocados por la actividad económica. La biomasa puede contribuir no solamente al abatimiento de la contaminación ambiental y al abasto de energía eléctrica, sino también, y de manera importante a la creación de fuentes de empleo y al desarrollo de nuevas áreas de producción de esta energía alternativa.

Hasta el momento, México ha carecido de visión para enfrentar el futuro próximo. El sector energético es tan sólo una pequeña parte del problema donde se pueden iniciar algunas acciones concretas, el más importante incorporar el tema de cambiar el actual paradigma energético de energías fósiles a la generación de energías renovables. En México, el camino que debe recorrer la transformación del sector energético, es largo, porque mientras no haya seguridad en el abasto y un control de precios en áreas

energéticas, ello indicará una continua dependencia del petróleo e importaciones en energéticos.

La parte sur del territorio puede contribuir a controlar el cambio climático a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio. Pero todavía hay mucho por hacer para que tenga éxito y que es abordado dentro de los capítulos finales, ya que ello refuerza el sentido de este trabajo que es exponer las ventajas que podrían brindar la fuente energética de la biomasa a México como opción estratégica de desarrollo.

Especialistas involucrados en el tema y se coincide, es fomentar el debate y considerar todos los factores, tanto geoestratégicos como políticos, económicos y ambientales de este tipo de energía, al mismo tiempo que se considera el proceso del cambio climático global y el desarrollo de nuestras economías.

Es probable que haya nichos en el mercado energético nacional donde participe el capital privado, sin que se pierda la soberanía nacional, en este campo México debe encontrar sus propios caminos hacia una soberanía energética. Quizás la estrategia de la participación de la iniciativa privada no sea la única opción. Porque de algún equipo negociador de gobierno y de la presión de la opinión pública pueden salir propuestas más creativas para adoptar una política de autonomía energética.

En el entorno internacional, la posibilidad permitiría un aprovechamiento óptimo de los recursos del campo; una drástica caída de los niveles de contaminación, reducción en la alteración de los ecosistemas, un menor daño a la flora y fauna y la reducción de importaciones de gasolina, sobre todo en los países subdesarrollados. La tecnología actual busca reducir algunos problemas de seguridad, además de aminorar los costos económicos en las naciones.

Asimismo, como parte del interés de esta investigación fue presentar los avances que en materia de legislación están teniendo otros países, para de ahí extraer pautas de acción que sirvan al propósito de potenciar las energías renovables, pues se identificó que la mayor dificultad no se encuentra en el aspecto tecnológico sino en el marco de

regulación. Particular interés nos merece el programa de la Unión Europea, cuyo énfasis es colocado en la producción de energía renovable dentro de su territorio.

Por lo anterior, es necesario plantear políticas públicas en México, que no soslayen el desarrollo de este proyecto energético alternativo, porque en años posteriores se incrementará su ejecución. De esta forma el soporte del Estado debe reflejarse en apoyo a las universidades que conllevan a la mayor investigación, porque la generación de energía mediante el aprovechamiento de productos naturales o de residuos (biomasa) es una de las industrias del futuro.

Finalmente, se debe estar consciente de las nuevas tendencias de la economía, el desarrollo tecnológico, la inestabilidad financiera y las nuevas exigencias del mercado vinculadas al cuidado y la conservación del ambiente porque imponen retos formidables, derivando aspectos centrales en el debate sobre la sustentabilidad. Sin embargo, el peso de las consideraciones medioambientales centra la atención en la implantación regional y desarrollo de fuentes de energía renovables indispensables para transitar hacia un nuevo paradigma energético. Porque todos los países tenemos el mismo desafío o problema coyuntural de energía que deberá enfrentarse éste y los próximos años.



## ANEXOS

## **ANEXO1: GLOSARIO**

**Alianzas estratégicas regionales:** vínculos establecidos entre diferentes estados con intereses comunes en una zona geográficamente delimitada. La función tradicional de una alianza es de orden militar: su principal objetivo es garantizar la seguridad de los países miembros.

**Competitividad:** Se define competitividad como la habilidad de una nación para crear y mantener un entorno que sustente una mayor creación de valor para sus empresas y más prosperidad para sus habitantes. Una segunda definición se refiere a competitividad como la habilidad de un país para alcanzar altas y sostenidas tasas de crecimiento del producto per cápita.

**Carbón vegetal:** se refiere a los residuos sólidos derivados de la carbonización, destilación y pirolisis de la madera (del tronco y las ramas de los árboles) y los productos madereros.

**Las reservas probadas:** son la cantidad de hidrocarburos que, está comprobado existen y están disponibles para ser explotados, y las reservas potenciales son la cantidad de hidrocarburos que según estudios, se estima que existen, sujetas a comprobación.

**Leña:** Es la madera en bruto o madera con corteza, generalmente en pequeños trozos, también en astillas, pellets, es un derivado del bosque o de árboles aislados, así como también pueden ser madera de los subproductos de las industrias forestales o de productos forestales recuperados.

**Región:** Ámbito geográfico correspondiente a la división administrativa de Pemex-Exploración y Producción. Las cabeceras regionales se ubican a lo largo de la costa del Golfo de México: Poza Rica, Ver. (Región Norte), Villahermosa, Tab.(Región Sur) y Ciudad del Carmen, Cam. (Región Marina Noreste y Región Marina Suroeste).

## ANEXO 2: CUADROS ESTADÍSTICOS

Tabla 1: Principales recursos y cultivos tradicionales del Sur-Suroeste (Toneladas/hectáreas)

| Producto           | Estados del Sur |        |         | Estados del Suroeste |          |         | Otros estados |         |           |          |         |
|--------------------|-----------------|--------|---------|----------------------|----------|---------|---------------|---------|-----------|----------|---------|
|                    | Guerrero        | Oaxaca | Chiapas | Campeche             | Veracruz | Tabasco | México        | Sinaloa | Michoacán | Tlaxcala | Hidalgo |
| Mezcal (agave)     | —               | 63.82  | —       | —                    | —        | —       | 60.00         | —       | 100.00    | —        | —       |
| Café               | 0.94            | 1.17   | 2.35    | —                    | 2.11     | 0.95    | 4.49          | —       | 3.00      | —        | 1.44    |
| Caña de azúcar     | —               | 62.12  | 83.97   | 37.01                | 75.67    | 66.65   | —             | 96.91   | 86.12     | —        | —       |
| Euclaipto          | —               | —      | —       | —                    | —        | —       | —             | 1.00    | —         | —        | —       |
| Girasol            | —               | —      | —       | 1.00                 | —        | —       | 492.34        | —       | —         | —        | —       |
| Maíz               | 2.59            | 1.31   | 1.90    | 2.18                 | 2.02     | 1.62    | 3.14          | 8.93    | 3.58      | 2.29     | 2.64    |
| Palma de aceite    | —               | —      | 15.03   | 9.89                 | 13.23    | 9.32    | —             | —       | —         | —        | —       |
| Pastos             | 19.32           | 26.11  | 46.54   | —                    | 37.04    | —       | 33.96         | 18.79   | 13.60     | 48.56    | 46.20   |
| Piña               | 14.47           | 51.05  | 36.64   | —                    | 44.45    | —       | 4.00          | —       | —         | —        | —       |
| Remolaha azucarera | —               | —      | —       | —                    | —        | —       | 114.00        | —       | —         | —        | —       |
| Sorgo              | 3.79            | 2.85   | 3.10    | 2.23                 | 3.46     | —       | 6.00          | 2.58    | 5.64      | —        | 5.21    |
| Trigo              | —               | 1.19   | 0.95    | —                    | 1.37     | —       | 2.30          | 4.16    | 5.31      | 3.17     | 2.02    |

Fuente: Servicio de Información y Estadística Agroalimétrica y Pesquera, SAGARPA. 2006

Tabla2: Los 20 principales cultivos en México por nivel de producción anual

|    | Cultivo          | Producción Anual (tonelada) | Lugar Mundial |
|----|------------------|-----------------------------|---------------|
| 1  | Caña de azúcar   | 45,126,500                  | 6             |
| 2  | Maíz (mazorca)   | 20,000,000                  | 4             |
| 3  | Sorgo            | 6,300,000                   | 4             |
| 4  | Naranja          | 3,969,810                   | 3             |
| 5  | Jitomate         | 2,148,130                   | 10            |
| 6  | Plátano          | 2,026,613                   | 6             |
| 7  | Chiles pimientos | 1,853,610                   | 2             |
| 8  | Lima y limón     | 1,824,890                   | 1             |
| 9  | Frijol           | 1,400,160                   | 5             |
| 10 | Cebolla          | 1,130,660                   | 1             |
| 11 | Coco             | 959,000                     | 7             |
| 12 | Papaya           | 955,694                     | 2             |
| 13 | Piña (Ananá)     | 720,900                     | 8             |
| 14 | Calabaza         | 560,000                     | 6             |
| 15 | Melón            | 510,000                     | 10            |
| 16 | Pepino           | 435,000                     | 12            |
| 17 | Zanahoria        | 378,517                     | 12            |
| 18 | Fruta fresca     | 320,000                     | 14            |
| 19 | Café             | 310,861                     | 5             |
| 20 | Toronja          | 257,711                     | 4             |

Fuente: Fondo de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 2006

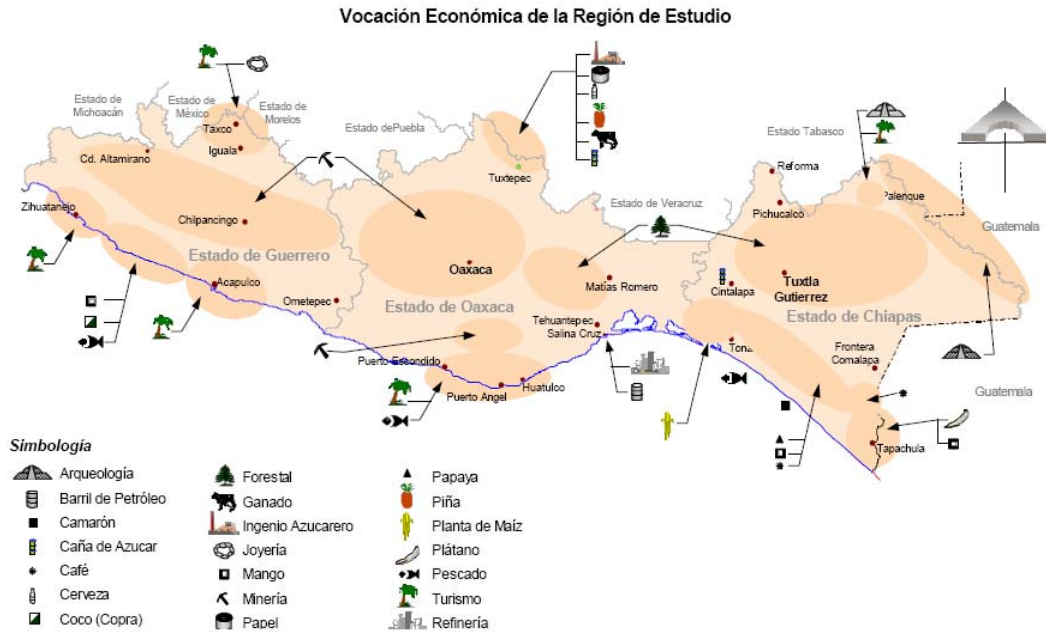
**Tabla 3: DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA SUPERFICIE TERRITORIAL SEGÚN PRINCIPALES REGIONES NATURALES PARA CADA ENTIDAD FEDERATIVA**

| ENTIDAD FEDERATIVA         | TOTAL        | TEMPLADO TRÓPICO |              |             |              |             |           |
|----------------------------|--------------|------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|
|                            |              | TEMPLADO         | HUMEDO       |             | TRÓPICO SECO | ÁRIDA       | SEMIÁRIDA |
|                            |              |                  |              |             |              |             |           |
| Estados Unidos Mexicanos   | 100.0        | 23.4             | 12.2         | 16.1        | 28.4         | 19.9        |           |
| Aguascalientes             | 100.0        | 20.0             | 0.0          | 12.3        | 0.0          | 67.7        |           |
| Baja California            | 100.0        | 20.4             | 0.0          | 0.0         | 79.6         | 0.0         |           |
| Baja California Sur        | 100.0        | 0.5              | 0.0          | 2.0         | 97.5         | 0.0         |           |
| <b>CAMPECHE</b>            | <b>100.0</b> | <b>0.0</b>       | <b>79.1</b>  | <b>20.9</b> | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  |           |
| Coahuila de Zaragoza       | 100.0        | 6.2              | 0.0          | 0.0         | 76.3         | 17.5        |           |
| Colima                     | 100.0        | 10.6             | 19.6         | 69.8        | 0.0          | 0.0         |           |
| <b>CHIAPAS</b>             | <b>100.0</b> | <b>29.4</b>      | <b>50.6</b>  | <b>20.0</b> | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  |           |
| Chihuahua                  | 100.0        | 35.7             | 0.0          | 0.9         | 57.5         | 5.9         |           |
| Distrito Federal           | 100.0        | 100.0            | 0.0          | 0.0         | 0.0          | 0.0         |           |
| Durango                    | 100.0        | 46.0             | 0.0          | 4.0         | 18.8         | 31.2        |           |
| Guanajuato                 | 100.0        | 12.1             | 0.0          | 15.4        | 0.0          | 72.5        |           |
| <b>GUERRERO</b>            | <b>100.0</b> | <b>41.3</b>      | <b>4.6</b>   | <b>54.1</b> | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  |           |
| <b>HIDALGO</b>             | <b>100.0</b> | <b>41.9</b>      | <b>14.6</b>  | <b>0.4</b>  | <b>0.0</b>   | <b>43.1</b> |           |
| Jalisco                    | 100.0        | 41.0             | 1.4          | 37.7        | 0.0          | 19.9        |           |
| México                     | 100.0        | 63.7             | 0.0          | 12.1        | 0.0          | 24.2        |           |
| <b>MICHOACÁN DE OCAMPO</b> | <b>100.0</b> | <b>57.8</b>      | <b>4.6</b>   | <b>34.4</b> | <b>0.0</b>   | <b>3.2</b>  |           |
| Morelos                    | 100.0        | 27.0             | 0.0          | 73.0        | 0.0          | 0.0         |           |
| Nayarit                    | 100.0        | 37.2             | 15.7         | 47.1        | 10.0         | 0.0         |           |
| Nuevo León                 | 100.0        | 12.7             | 0.0          | 0.0         | 23.9         | 63.4        |           |
| <b>OAXACA</b>              | <b>100.0</b> | <b>50.3</b>      | <b>16.5</b>  | <b>28.1</b> | <b>10.0</b>  | <b>5.1</b>  |           |
| Puebla                     | 100.0        | 47.1             | 10.0         | 22.2        | 0.0          | 20.7        |           |
| Querétaro Arteaga          | 100.0        | 25.4             | 0.0          | 19.5        | 0.0          | 55.1        |           |
| <b>QUINTANA ROO</b>        | <b>100.0</b> | <b>0.0</b>       | <b>92.4</b>  | <b>7.6</b>  | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  |           |
| San Luis Potosí            | 100.0        | 8.5              | 4.8          | 10.1        | 11.2         | 65.4        |           |
| Sinaloa                    | 100.0        | 20.8             | 2.4          | 56.1        | 20.5         | 0.2         |           |
| Sonora                     | 100.0        | 6.6              | 0.0          | 6.0         | 51.5         | 35.9        |           |
| <b>TABASCO</b>             | <b>100.0</b> | <b>0.0</b>       | <b>100.0</b> | <b>0.0</b>  | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  |           |
| Tamaulipas                 | 100.0        | 10.7             | 0.0          | 26.2        | 0.0          | 63.1        |           |
| <b>TLAXCALA</b>            | <b>100.0</b> | <b>90.2</b>      | <b>0.0</b>   | <b>0.0</b>  | <b>0.0</b>   | <b>9.8</b>  |           |
| <b>VERACRUZ</b>            | <b>100.0</b> | <b>11.5</b>      | <b>70.5</b>  | <b>17.8</b> | <b>0.0</b>   | <b>0.2</b>  |           |
| Yucatán                    | 100.0        | 0.0              | 9.8          | 90.2        | 0.0          | 0.0         |           |
| Zacatecas                  | 100.0        | 15.5             | 0.0          | 7.1         | 26.8         | 50.6        |           |

FUENTE: SARH, Compendio Estadístico de la Producción Pecuaria

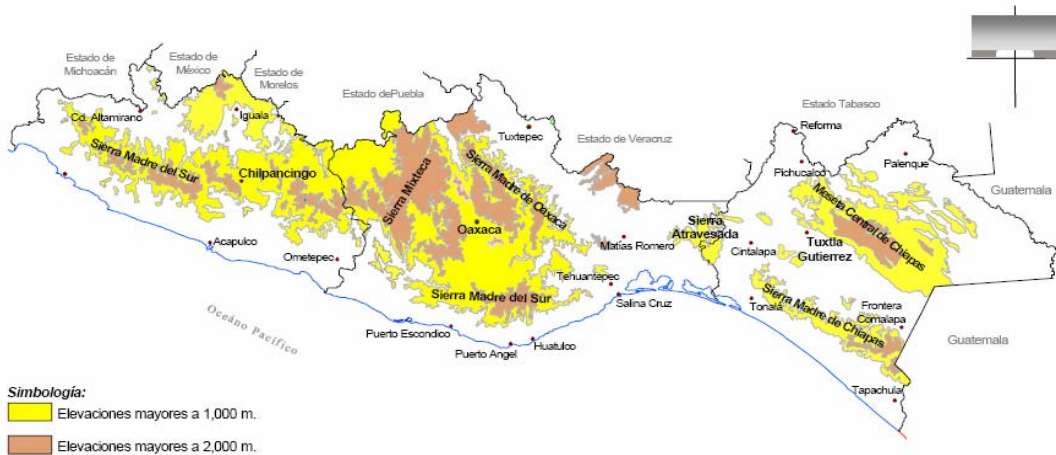
ANEXO 3: MAPAS

Mapa 4: Actividades económicas de los Estados del Sur-Suroeste



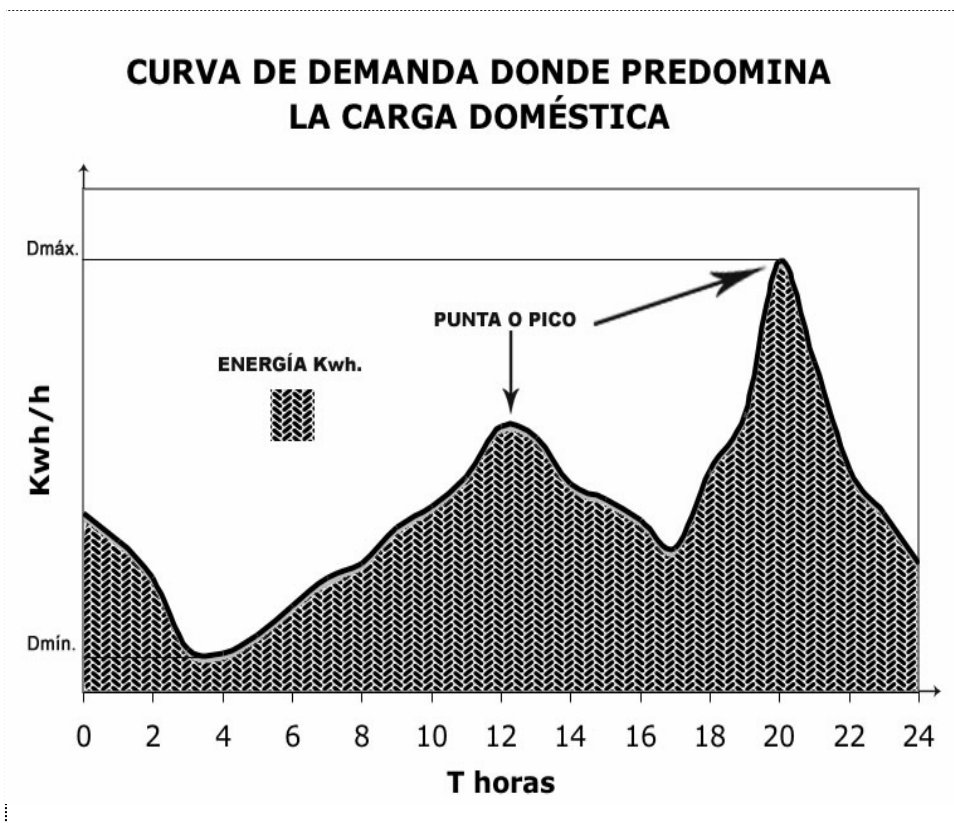
Mapa 5: Topografía de los estados del Sur-Suroeste

Mapa 1: Topografía de los estados del Sur



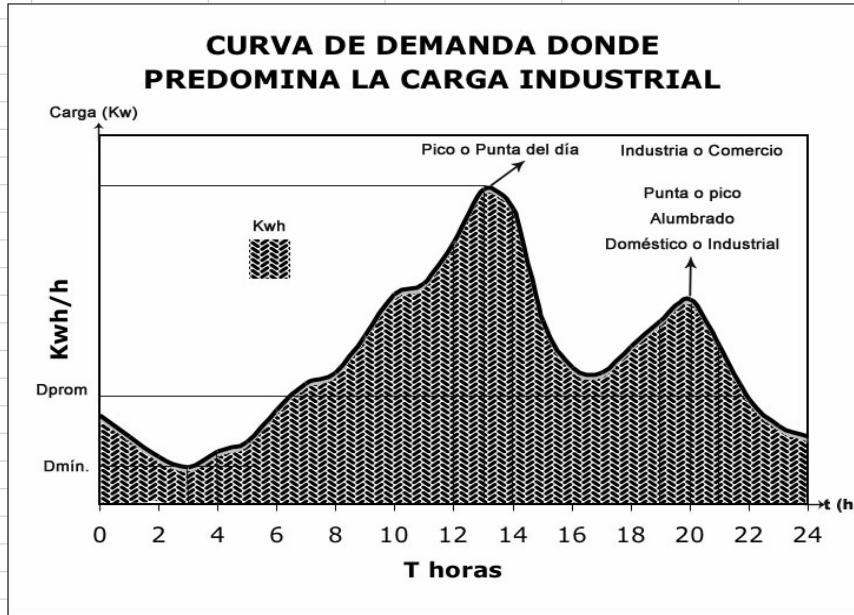
**ANEXO 4: Curvas de demanda de energía eléctrica en los hogares, industrias y comercios.**

Se presentan los siguientes gráficos, que muestran las diferentes curvas de carga cronológica de energía eléctrica diaria de tres modalidades o usuarios finales. En la primera gráfica se aprecia la carga doméstica; en el segundo gráfico se presenta la carga industrial y en el tercero, la carga que predomina es mixta; es decir, doméstica e industrial.



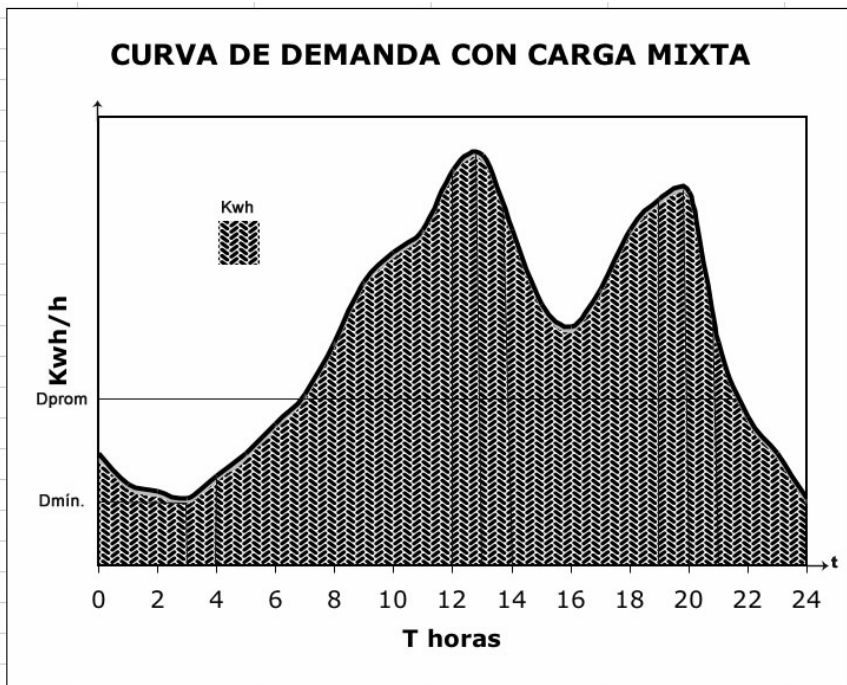
Los hogares recurren a la utilización de la energía eléctrica en mayor cuantía en un rango de -10:00 a.m. 14:00 p.m. horas- y durante el transcurso de la noche de 18:00 p.m. a 24:00 p.m.

Fuente: Elaboración con base en el anuario estadístico de PEMEX, 2007.



Fuente: Elaboración con base en el anuario estadístico de PEMEX, 2007.

Las empresas, industrias o comercios recurren a la utilización de la energía eléctrica en mayor cuantía en un rango - 10:00 a.m. 14:00 p.m. horas- y durante el transcurso de la noche de 18:00 p.m. a 08:00 p.m.



Fuente: Elaboración con base en el anuario estadístico de PEMEX, 2007.

Las empresas, industrias, comercios, hogares y alumbrado público recurren a la utilización de la energía eléctrica presentando picos en un rango -11:00 a.m. 14:00 p.m. horas- y durante la noche alrededor de las 19:00 p.m. a 21:00 p.m. éste último corresponde en mayor cantidad al alumbrado público.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- ANDA GUTIÉRREZ, Cuauhtémoc. Entorno Socioeconómico de México, Limusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, 3ª. reimpresión, México, 1998, 279 pp.
  
- UGALDE ALVARADO, Aime. Energías Renovables y Medio Ambiente. México y la Unión Europea, (Licenciatura en Relaciones Comerciales), México, Universidad Autónoma Nacional de México, 2002, p.104
  
- NAREDO, José Manuel y Fernando Parra y et al. Hacia una ciencia de los recursos naturales. Siglo veintiuno editores, 1ª. Edición, España, 1993, 335 pp.
  
- PORTER, Michael. La ventaja competitiva de las naciones. s.l.,Londres, Macmillan, 1990
  
- RUIZ DURÁN, Clemente. Dimensión territorial del desarrollo económico de México. Universidad Autónoma Nacional de México. México, 2004, 301 pp.
  
- VEGA LÓPEZ, Eduardo. Economía de la biodiversidad, Memoria del Seminario Internacional de La Paz, BCS. México, s.e., 1999, 501 pp.
  
- Libro Verde hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2006, 158 pp.

## **MESOGRAFÍA**

- **Parlamento Europeo**  
<[http://www.europarl.europa.eu/news/public/default\\_es.htm](http://www.europarl.europa.eu/news/public/default_es.htm)>
- **Petróleos Mexicanos, Dirección Corporativa de Finanzas, 2007**  
<<http://www.pemex.com/files/dcf/AEglosario07.pdf>>
- **PEMEX, Desarrollo Sustentable, Dirección Corporativa de Finanzas, 2007**  
<<http://desarrollosustentable.pemex.com/index.cfm?action=content&sectionID=1&catID=108&contentID=102>>
- **EOSCOPIO, Copyright 2008 © - Serina.**  
<<http://energia.geoscopio.com/cgi-bin/planetatierra/topicos/portada.cgi>>
- **Agencia Internacional de Energía; OECD/IEA, © 2008**  
<<http://www.iea.org/Textbase/stats/index.asp>>
- **Diario Oficial de la Federación, Secretaría de Gobernación, (c) 2007**  
[http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=4989401](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4989401)



## **HEMEROGRAFIA**

- AGUILAR GONZÁLEZ, Jorge Luís. "Biodiesel: ejemplo notable de combustible alternativo". Energía a Debate, Número 45 México 2005. págs.14-20.
- BARRANCO, Alberto. "Bioenergéticos". La Jornada sección, empresa. México. "Marzo de 2006". pág.12.
- BUCHANAN, Ronald. "Un adiós al petróleo" El Universal sección Mundo, México. "Marzo de 2006" pág. 25.
- LONGAR, Pilar, José Alvarado y et al."Perspectivas de Energía Renovable ". Mundo siglo XXI. Revista del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, Instituto Politécnico Nacional, México, 2005. págs. 30-36
- MEYER-STAMER, J. "Estrategias de Desarrollo Local y Regional: Clusters, Política de Localización y Competitividad Sistémica". El Mercado de Valores, Vol.26, Septiembre 2000, págs.18- 25
- PAEZ GARCÍA, Armando. "Arquitectura bioclimática: sus orígenes teóricos y principios básicos". Energía a Debate. México, 2005. págs.30-45
- PÉREZ, Carlota. "Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil". CEPAL Número 75, Diciembre 2001. págs.115-130
- SOLANO, Laura. "Los bosques, arma contra la pobreza". La Jornada. sección Sociedad y Justicia. México "agosto de 2006" pág.6.
- SIMON Bernard y James Mackintosh, "Toyota planea vender vehículos que funcionan con etanol para 2008". El Universal, sección autopistas. México "febrero de 2007" pág.12.
- SOURCE: /1, INEGI, 2005. /2, PEF, 2007. /3 US Department of Commerce, 2006. /4 BANXICO, data as of Jan 2007. /5 SHCP, 2007.
- VÁSQUEZ JUÁREZ, Mario Gabriel, "Desarrollo Sustentable y efectos del libre Mercado" Coyuntura, Número 120, Marzo-Abril, págs.48-62