



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Aragón

T E S I S

**EVALUACIÓN Y PROSPECTIVA SOBRE LA POLÍTICA Y SEGURIDAD
ENERGÉTICA EN MÉXICO Y SU COMPORTAMIENTO FRENTE A LA
DINÁMICA DEL SISTEMA ENERGÉTICO INTERNACIONAL (2006-2012)**

Para obtener el título de

Licenciado en Relaciones Internacionales

PRESENTA:

Carlos Emiliano Pérez Sánchez

DIRECTOR DE TESIS:

M. Rodolfo Arturo Villavicencio López

REVISORES:

México, Distrito Federal, Noviembre de 2015.



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.

Evaluación y prospectiva sobre la política y seguridad energética en México, y su comportamiento frente a la dinámica del sistema energético internacional (2006-2012).

Índice

INTRODUCCIÓN.....	6
CAPÍTULO I.....	14
Elementos Teóricos del Sistema Energético Internacional	14
1.1 Enfoque sistémico	19
1.2 Reservas y Recursos energéticos	29
1.3 Geopolítica, Geoestrategia y el Cenit del Petróleo Reservas Internacionales	31
1.4 Soberanía y Seguridad Energética Internacional	39
1.5 Prospectiva en términos energéticos.....	44
CAPÍTULO 2	49
ENERGÍA, AMBIENTE, SUSTENTABILIDAD Y CONTEXTO ENERGÉTICO INTERNACIONAL	49
2.1 Energía y Fuentes de energía	49
2.1.1 Fuentes energéticas no renovables.....	51
2.1.2 Fuentes energéticas renovables	53
2.2 Evolución del Sistema Energético Internacional.....	56
2.3 Sustentabilidad en el Sistema Energético Internacional.	61
2.4 Contexto energético internacional.....	67
2.4.1 Compañías Petroleras Internacionales	69
2.5 Participación de empresas y países en el mercado energético internacional	72
2.5.1 Estados Unidos en el contexto energético internacional.....	74
2.5.2 Rusia en el mercado energético	77
2.5.3 La Unión Europea en el Contexto Energético.....	79

2.5.4 Medio Oriente, América Latina y las BRICS	82
CAPÍTULO III	88
CONTEXTO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EN MÉXICO	88
3.1 Política energética de México. 1900-1980.....	88
3.2 Política energética de México. 1981-2006.....	93
3.3 Política energética de México. 2007-2013.....	95
3.4 Marco regulatorio vinculado a las energías alternativas (2007-2012).....	98
3.5 Oferta y demanda energética en México en la última década	101
3.6 Principales problemas que enfrenta Pemex.....	115
CAPÍTULO IV.....	126
CONTEXTO Y PROSPECTIVA DEL SISTEMA ENERGÉTICO MEXICANO	126
4.1 Reforma Energética 2013.....	126
4.2 Prospectiva en relación con las energías alternativas a nivel internacional	138
4.3 Prospectiva de energías alternativas en México y el mundo.....	146
A manera de conclusión	176
FUENTES DE INFORMACIÓN	183

ÍNDICE DE GRÁFICAS

N° de Gráfica	Título	Página
1.1	Distribución de las reservas probadas 2012	35
2.1	Uso de la energía a nivel mundial	61
2.2	Fenómenos naturales a nivel mundial	65
3.1	Evolución de las exportaciones de gasolina de Estados Unidos a México y otros países, 1994-2011	109
3.2	Relación por fuente en la generación bruta de energía eléctrica en México	113
4.1	Composición de la generación de electricidad por tipo de energía en algunos países, 2010 (Participación porcentual)	134
4.2	Capacidad de energía geotérmica. Principales países, 2011 (MW)	149
4.3	Crecimiento anual de energía generada por fotovoltaica	162

ÍNDICE DE CUADROS

N° de Cuadro	Título	Página
2.1	Revoluciones industriales	58
3.1	Consumo nacional de energía por habitante	101
3.2	Producción de barriles diarios por empresa y país	102
3.3	Tipo de petróleo	103
3.4	Producción de petróleo crudo	104
3.5	Destino del volumen de las exportaciones de petróleo crudo de México	105
3.6	Destino del valor de las exportaciones de petróleo crudo	106
3.7	Valor de las importaciones de productos petrolíferos	108
3.8	Valor de comercio exterior de gas natural (2012)	110
3.9	Número de usuarios de energía eléctrica en México (2007-2012)	112
3.10	Reservas probadas de petróleo crudo al primero de enero de cada año (2004-2011)	118
3.11	Reservas probadas de gas natural al primero de enero de cada año (2004-2011)	119
3.12	Participación de los hidrocarburos en los ingresos del sector público (2003-2012)	120
4.1	Centrales hidroeléctricas más grandes del mundo	158
4.2	Hidroeléctricas más importantes instaladas en México	161

ÍNDICE DE MAPAS

N° de Mapa	Título	Página
1.1	Los principales movimientos comerciales de petróleo 2013	37
1.2	Mapa de Zonas Geoestratégicas de flujo de comercio de petróleo	38
2.1	Vulnerabilidad Global al Impacto Climático en la Salud	64
4.1	Áreas geográficas con potencial geotérmico en México	150
4.2	Densidad de potencia del viento a 80 m de altura en México	153

ÍNDICE DE FIGURA

N° de Figura	Título	Página
2.1	Flujo de radiación solar y efecto invernadero	63

Evaluación y prospectiva de la política y seguridad energética en México, y su comportamiento frente a la dinámica del sistema energético internacional (2006-2012).

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que afecta actualmente a la sociedad internacional es la disminución de las reservas de combustibles fósiles, debido a que varias de las fuentes más importantes de petróleo están en declinación productiva, lo cual genera incertidumbre en relación con la seguridad energética internacional. Esto afecta directamente el comportamiento del mercado energético internacional, generando especulaciones en los precios del petróleo, lo que a futuro puede generar una crisis energética.

Por las condiciones ambientales relacionadas con la contaminación atmosférica, varios países, organismos internacionales y organizaciones no gubernamentales están promoviendo políticas vinculadas con el uso de energías alternativas. Tales políticas se derivan en parte, del cambio climático que, según estudios científicos, podría tener consecuencias de alto impacto en el medio ambiente, generando sequías, inundaciones, incremento en la intensidad de tormentas y huracanes, aumento en el nivel del mar por el derretimiento de los polos, entre otros fenómenos climáticos, afectando en consecuencia la dinámica económica, política, y social a nivel nacional e internacional.

Las necesidades energéticas de los países en desarrollo son muy diferentes a las de los países desarrollados. Estos últimos cuentan con servicios energéticos, infraestructura y tecnología de punta. En cambio, países como México, tienen dificultades para proporcionar incluso servicios energéticos básicos, por la carencia de infraestructura y la falta de una planificación integral energética.

En el caso de México, gracias a la explotación del petróleo y sus derivados, ha logrado impulsar y financiar gran parte de la industria nacional y el desarrollo económico y social. La empresa facultada para realizar dicha actividad es Petróleos Mexicanos (Pemex), la cual desde 1938 se ha encargado de generar y administrar los hidrocarburos nacionales.

La problemática que se presenta actualmente respecto a la dependencia al sector petrolero es que la producción de hidrocarburos en México ya ha rebasado su nivel máximo llegando así el cenit del petróleo (pico de Hubbert o “peak oil”)¹. El principal reto que México enfrentará a futuro será que el petróleo tendrá que provenir de yacimientos, cuya complejidad para extraer el crudo supera la tecnología que hasta ahora ha implementado Pemex. Para enfrentar el problema se requerirá de un gran esfuerzo orientado a incrementar la capacidad de ejecución y de inversión en cuanto a tecnologías y una mejor administración del sector energético.

Cabe mencionar que Petróleos Mexicanos se ha adherido al Pacto Mundial lanzado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU)², el cual propone contribuir a que los mercados sean más sostenibles, con la participación de gobiernos, empresas y sociedad civil, a fin de que el mundo de los negocios pase a formar parte de la solución de los retos que plantea la globalización. Este gran acuerdo ha incorporado al mayor número de empresas del mundo, en observancia de un código de ética empresarial basado en 10 principios en materia de derechos humanos, normas laborales, medio ambiente y lucha contra la corrupción. De los diez principios que Pemex se compromete a acatar y promover, tres son de suma importancia con respecto a la Política Petrolera, ya que tienen que ver con el medio

¹ La teoría del pico de Hubbert, también conocida como cenit del petróleo, es una influyente teoría acerca de la tasa de agotamiento a largo plazo del petróleo, así como de otros combustibles fósiles. Predice que la producción mundial de petróleo llegará a su cenit y después declinará tan rápido como creció, resaltando el hecho de que el factor limitador de la extracción de petróleo es la energía requerida y no su coste económico.

² “Se adhiere PEMEX al Pacto Mundial de la ONU”. (Comunicado de prensa. PEMEX). En: <http://www.pemex.com/index.cfm?action=news§ionID=8&catID=40&contentID=3740&media=pdf> www.eluniversal.com.mx/notas/323722.html. (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2011).

ambiente: aplicación de un criterio de precaución respecto de los problemas ambientales, adoptar iniciativas para promover una mayor responsabilidad ambiental, y alentar el desarrollo y la difusión de tecnologías inocuas para la ecología.

En el gobierno de Felipe Calderón Hinojosa (2007-2012) se planteó que el sector de hidrocarburos debía garantizar, a precios competitivos, el suministro del petróleo crudo, del gas natural y los productos derivados, requeridos para el desarrollo económico del país. Minimizando el impacto al medio ambiente, incluyendo estándares de calidad internacional, y una legislación tendiente a promover el uso de energías alternativas.

Otro de los retos importantes que se plantearon en el sexenio (2007-2012), consistió en detener y revertir la evolución desfavorable de las reservas de hidrocarburos. Ya que al ritmo de producción actual, las reservas probadas de crudo se agotarán en 9.3 años, según el Plan Nacional de Desarrollo (2007-2012).

En el sexenio aludido se incluyó la sustentabilidad ambiental como un eje central de las políticas públicas y gubernamentales de México. Esto implica que, para el desarrollo del país, se debe considerar el medio ambiente como uno de los elementos prioritarios en cuestiones de competitividad económica y social. De esta manera, al establecer políticas que contribuyan al uso de fuentes alternativas de energía, se podría reducir, en gran medida, la presión sobre los recursos naturales no renovables, disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, y a su vez aumentar el valor agregado de las actividades económicas en este sector. Este tipo de fuentes energéticas, pueden contribuir a reducir los riesgos asociados con la volatilidad de precios de los combustibles fósiles, al equilibrar y diversificar el portafolio energético generando mayor seguridad económica en este sector.³

³ *Programa Sectorial de Energía (2007-2012)*. En: <http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/Programa%20Sectorial%20de%20Energia%202007-2012.pdf> (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2011).

La problemática que representa el calentamiento global, provoca que algunas de las inversiones se dirijan al desarrollo de energías alternativas. El capital del sector privado será crucial para afrontar este desafío, ya que las estimaciones indican que alrededor del 85% del capital aportado será de fuentes privadas. Además de que entre 50% y 60% de estas inversiones deberá realizarse en economías emergentes.⁴

México también enfrenta su dependencia económica respecto al sector de hidrocarburos, específicamente del petróleo (aproximadamente entre el 30% y 40% del PIB se deriva de este rubro). Debido a ello la economía nacional se ve afectada por las fluctuaciones en los precios de los hidrocarburos. A su vez, la seguridad y soberanía energética del país, también se ve limitada no solo por las dificultades tecnológicas que existen para extraer el crudo, sino por su ubicación geoestratégica (su cercanía con Estados Unidos), y por la presión de políticas neoliberales, apoyadas por empresas transnacionales, que han buscado la apertura continua del sector a la inversión privada.

Un factor adicional que influye en la dependencia de México en relación con los hidrocarburos es que al ser tomador de precios, puede verse afectado por las inversiones que hagan otros países en ese rubro.

En términos prospectivos, la diversificación energética basada en energías alternativas puede promover la reducción de la dependencia económica en relación con los hidrocarburos, reducir la emisión de gases de efecto invernadero, y limitar el uso de combustibles fósiles para la generación de electricidad (un 75% proviene

⁴ Dunscombe, Peter (Presidente del Institutional Investors Group on Climate Change). "Una Política Rotunda Impulsará la Inversión del Sector Privado en Soluciones con un Bajo Nivel de Emisiones de Carbono". (Boletín electrónico de la CMNUCC). En: http://unfccc.int/portal_espanol/news_letter/items/5419.php (Fecha de consulta: 13 de marzo de 2011).

de la quema de este tipo de combustibles),⁵ así como el desarrollo de infraestructura energética alternativa (lo cual conllevaría un aumento en la tasa de empleo).

El interés por el tema se debe en gran parte a la universalidad en Relaciones Internacionales, que abarca diversas áreas y enfoques de estudio, lo cual permite abordar un tema de importancia global, como es la política energética. La trascendencia del tema a nivel nacional e internacional, facilita de algún modo el acceso a la información, sobre todo porque varias investigaciones han mostrado que el cenit de la producción mundial de petróleo está próximo.

A pesar de que la problemática ha sido abordada por diversos investigadores, es conveniente aportar la perspectiva internacionalista, es decir, un enfoque mundial para analizar un problema de tal magnitud.

El tema exige un estudio general del contexto internacional y nacional, para proponer soluciones y respuestas en aspectos específicos donde es importante utilizar un enfoque sistémico de corte internacional. El análisis deductivo internacional es fundamental para comprender una problemática que se agudizará en los próximos años. La declinación de la producción petrolera puede traducirse en una crisis energética, que afectará la soberanía y la seguridad energética, si no se comienza a actuar y planificar anticipadamente. Lo ideal es adelantarse al problema, actuar proactivamente y comenzar a desarrollar tecnologías alternativas para reducir la dependencia respecto a las energías fósiles, dando paso a un proceso de diversificación energética (energía eólica, solar, geotérmica, hidrógeno, etc.).

Con la investigación, y a partir de la información recabada, es factible proponer un análisis prospectivo de acuerdo a las necesidades del país y dar

⁵ Maldonado, Mariana F. y María Elena Medina "Apagones, sólo un tiempo: Odón de Buen", en <http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2009/10/18/apagones-solo-un-tiempo-odon-de-buen> (fecha de consulta: 5 de mayo de 2012).

alternativas que contribuyan a mejorar las opciones del sector energético a nivel nacional.

La viabilidad de la investigación, se constata no sólo por la información que existe al respecto, sino también por la necesidad de atender el problema de la dependencia respecto a los combustibles fósiles. Y porque varios países han comenzado no sólo a aceptar el ocaso de la producción del petróleo, sino que han incorporado un proceso de diversificación energética desarrollando infraestructura para la generación de energías renovables a gran escala.

La investigación se sustenta en los siguientes objetivos e hipótesis:

El objetivo general es: analizar desde un enfoque sistémico, internacional y sustentable las características y prospectiva de la política energética de México (2006-2012).

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Describir, desde un enfoque sistémico, los principales conceptos vinculados con el sistema energético internacional.
- Identificar los principios del desarrollo sustentable, con énfasis en las energías alternativas.
- Analizar los factores políticos y económicos implicados en el contexto energético internacional.
- Analizar las características y deficiencias de la política energética mexicana.
- Identificar, en términos prospectivos, la relevancia de las energías alternativas en el contexto nacional e internacional.

La hipótesis es que existen factores políticos, económicos y ambientales de corte nacional e internacional que permiten vislumbrar un escenario prospectivo a favor del desarrollo de las energías alternativas en México.

En términos metodológicos el trabajo es producto de una investigación documental, basada en fuentes bibliográficas, hemerográficas y electrónicas. Se parte, por un lado, de un enfoque sistémico, que permite identificar los elementos del sistema energético nacional e internacional. Por el otro, de un método deductivo, que permite abordar las características generales de las políticas energéticas a nivel internacional, y en particular las características de la política energética de México.

Como parte de la investigación se considera que existen condiciones políticas, económicas y ambientales de orden nacional e internacional, que contribuyen a la viabilidad de las energías alternativas.

En el capítulo I se abordan las características de la teoría de sistemas, y los elementos que contribuyen al análisis del sistema energético internacional. En ese sentido es importante identificar la importancia de las reservas y los recursos energéticos en una nación, así como las políticas energéticas que dependen de la geopolítica y la geoestrategia que pueden dar lugar a la soberanía y seguridad energética, o a la inseguridad y pobreza energética. A partir del enfoque sistémico se pretende analizar los principales aspectos de la política energética en el contexto internacional, proponiendo la prospectiva como una herramienta analítica.

En el capítulo II se consideran las características de las principales fuentes de energías renovables y no renovables. También se comenta la evolución del sistema energético internacional basado en el uso de carbón y el petróleo, relacionados con la primera y la segunda revolución industrial, respectivamente. Se comentan los factores medioambientales que han dado pauta al surgimiento del desarrollo sustentable como concepto y estrategia que busca eficientar el uso de energía y fomentar el uso de energías alternas. Se describen los principios del desarrollo sustentable, con énfasis en las energías alternativas.

También se analizan los factores políticos y económicos que han influido en las políticas energéticas nacionales e internacionales. Se incluyen, además, los

elementos del contexto energético internacional, en ese sentido se retoman las principales compañías petroleras, el papel que juegan algunas potencias como Estados Unidos y Rusia, Asociaciones como la Unión Europea, y regiones como Medio Oriente, América Latina y las BRICS.

En el capítulo III se identifican algunas de las deficiencias de la política y el sistema energético mexicano, así como los principales problemas que ha enfrentado Petróleos mexicanos (Pemex) a lo largo de su historia. En relación con la política se abordan las estrategias legislativas que los gobiernos, desde Salinas de Gortari hasta Calderón Hinojosa, han impuesto para propiciar la privatización silenciosa del sector energético.

En relación con el capítulo IV se incluyen los principales aspectos relacionados con la reforma energética de 2013, así como la perspectiva vinculada con las fuentes energéticas renovables a nivel internacional y nacional.

CAPÍTULO I

Elementos Teóricos del Sistema Energético Internacional

En este capítulo se abordan los elementos teóricos y metodológicos mediante los cuales se busca explicar el comportamiento del sistema energético ante la dinámica del sistema internacional.

Además se incluyen los elementos del contexto en que se desarrollan las relaciones internacionales, así como la definición y enfoque de la teoría de sistemas aplicable en el marco del sistema energético internacional. Así como algunos conceptos relacionados con la temática, tal como recursos, reservas, pobreza, seguridad y soberanía energéticas; geopolítica, geoestrategia y prospectiva. En esta investigación se realiza una descripción del sistema energético nacional e internacional actual, tomando como fuente teórica la teoría de sistemas para comprender algunos de los conflictos en la que la sociedad internacional se encuentra inmersa. También se utiliza la prospectiva como herramienta metodológica, para el análisis de los posibles sistemas energéticos futuros, que podrían ser una opción para limitar los conflictos.

“Las relaciones internacionales, como disciplina científica, han nacido y se desarrollan, directamente ligadas al proceso de cambio de la sociedad mundial, que progresivamente ha perdido algunas de las características del pasado y ha asumido otras distintas, generando una nueva sociedad internacional.”⁶ A lo largo de la historia el objeto de estudio de las Relaciones Internacionales ha variado y se ha complejizado.

En esta investigación se parte de la idea de que el objeto de estudio de las Relaciones Internacionales ha dejado de ser el Estado como un ente individual, por

⁶ Citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, México, Red Editorial Iberoamericana, 1993, p. 27.

lo tanto, es necesario estudiarlo en su interacción con otros tipos de actores, que han surgido en el desarrollo de la sociedad internacional. Dicha sociedad se ha transformado y ahora es más compleja, dando lugar a nuevos conflictos y remarcando otros que no pasan desapercibidos debido a la interdependencia.

Ante tales cambios es importante utilizar un paradigma que sirva como guía para responder las preguntas que surgen a partir de los problemas que se presentan actualmente. A groso modo, un paradigma consiste, de acuerdo a lo señalado por Kuhn, “[...] en una serie de postulados fundamentales sobre el mundo, que centran la atención del estudioso sobre ciertos fenómenos, determinando su interpretación”.⁷

K. J. Holsti ha planteado, en relación, a la teoría internacional, que el paradigma sociedad-mundo, se establece con base en a tres cuestiones claves: “1. Las causas de la guerra y las condiciones de la paz-seguridad-orden; 2. Los actores esenciales y/o las unidades de análisis; 3. Las imágenes del mundo-sistema-sociedad de los Estados”.⁸ La primera es de suma relevancia para el tema de investigación puesto que se vincula con la Seguridad Energética Internacional. La segunda, por la importancia que tienen los actores que integran el sistema internacional energético (subsistemas). Y la tercera por estudiar el sistema, funcionando como una totalidad, en virtud de la interdependencia del mundo y la sociedad con el sistema.

Por otro lado, se parte también del paradigma de la sociedad global o mundial, llamado paradigma de la interdependencia. Los principales postulados de este paradigma son los siguientes:

- 1) “El mundo, como consecuencia del acelerado desarrollo social, económico, científico-técnico y comunicacional, está caracterizado por el creciente

⁷ *Ibíd.* p. 26

⁸ *Op. Cit.* p. 27.

fenómeno de la interdependencia y la cooperación, y se ha transformado realmente en una sociedad mundial. Sus estructuras y dinámicas han experimentado un cambio trascendental. Este fenómeno ha originado nuevos problemas y retos, así como necesidades y demandas nuevas y ha dado lugar a la aparición de valores e intereses comunes en el conjunto de la sociedad mundial. Las relaciones internacionales no se corresponden, por tanto, con el modelo exclusivamente conflictivo e interestatal del paradigma realista, sino que responden a un modelo basado más en factores culturales, tecnológicos y económicos que estrictamente políticos.

- 2) En este sentido, uno de los más importantes cambios ha sido el debilitamiento del papel y significado del Estado, como entidad soberana y de sus ciudadanos, y la aparición de nuevos actores, tanto intergubernamentales como no gubernamentales, en el campo de las relaciones internacionales, que, por su acción transnacional, tienden a limitar aún más el margen de maniobra de los Estados. El sistema internacional ha perdido, pues, el carácter estatocéntrico anterior.
- 3) En consecuencia, ha desaparecido la tradicional distinción y separación entre la esfera nacional y la esfera internacional. El fenómeno de la interdependencia y la necesidad de atender a las demandas de desarrollo económico y social ha obligado al Estado a abrirse cada vez más al exterior, lo cual provoca que no se posible separar la política interna y la política internacional y que el comportamiento internacional del Estado no pueda explicarse en términos exclusivamente políticos y militares internos”.⁹

Partiendo de los postulados del paradigma sociedad-mundo se visualiza a la sociedad internacional dentro de un complejo y acelerado cambio social, económico, científico-técnico, político, social, ambiental y comunicacional. Arenal señala que la figura hegemónica de Estado-nación se ha debilitado, para dar lugar

⁹ *Ibíd.*, p. 32.

a nuevas formas de organización política internacional (caso la Unión Europea), donde Estados y gobiernos han tenido que acceder a tratados internacionales que avalan la apertura de fronteras.

Uno de los efectos de la interdependencia es la fragilidad a la que están expuestos los Estados. Un ejemplo de lo anterior fue la crisis económica del 2008-2009 que se originó en los Estados Unidos, y que tuvo repercusiones en todo el mundo.¹⁰ Esto dio lugar, entre otras consecuencias, a una desaceleración de las economías en varios países.

Por su parte Brillard realiza preguntas clave:

“[...] ya que las relaciones internacionales manifiestan tan bajo nivel de integración entre los actores, que éstos son en términos generales ampliamente autónomos y que sus relaciones son más fácilmente relaciones conflictivas, o en todo caso relaciones de oposición más que de cooperación, ¿se puede hablar verdaderamente de sistema internacional? En otros términos, ¿las relaciones internacionales manifiestan verdaderamente el mínimo de organización requerido para que se pueda hablar de sistema?”.¹¹

La respuesta a estas preguntas es que sí existe la organización requerida para considerar un sistema internacional, no importando si estas relaciones son de oposición o cooperación, la interdependencia es un fenómeno factual en las relaciones internacionales y esto se hace cada vez más evidente al configurarse organizaciones supranacionales que inciden en las relaciones y en los conflictos que afectan y configuran de una manera real el sistema internacional energético.

¹⁰ Martínez Álvarez, César B., “De potencias en ascenso y recesiones económicas: ¿hubo una respuesta propia de los países emergentes frente a la crisis de 2008?”. En: <http://escenarios21.com/2012/0097.html> (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2012)

¹¹ Brillard, Philippe, *Théorie des Systèmes et Relations Internationales*, Bruselas, 1977, p. 112. Citado por Del Arenal, Celestino. *Op. Cit.* p. 239.

Braillard considera que antes de elaborar modelos amplios capaces de traducir las diversas dimensiones del sistema internacional, primeramente se debe proceder a desarrollar y estudiar modelos limitados. En tanto los ejes de desarrollo de su propuesta pueden ser:

- 1) La determinación de los criterios y de los procedimientos que permitan discernir la existencia de un sistema internacional y en consecuencia delimitar concretamente un sistema dado.
- 2) El estudio de la influencia que puede tener la estructura de un sistema internacional sobre el comportamiento de los actores miembros de este sistema.
- 3) La aclaración de los procesos de integración de los sistemas internacionales.
- 4) La elaboración de modelos que permitan estudiar la estabilidad e inestabilidad de los sistemas internacionales.
- 5) El estudio de los conflictos.
- 6) El estudio de las organizaciones internacionales, en cuanto a elementos estructurales de los sistemas internacionales y la elaboración de modelos que permitan conocer la toma de decisiones en el marco de estas organizaciones.
- 7) El estudio de la dimensión global y transnacional del sistema internacional actual y la elaboración de modelos de tal sistema.
- 8) El establecimiento, a partir de diversos modelos de sistemas internacionales concretos, de tipologías de los sistemas internacionales.¹²

A partir de esta investigación se pretende aclarar qué tipo de actores y organizaciones participan en el sistema energético internacional; cuáles son las fuentes de estabilidad y conflicto.

¹² Braillard, Philippe, *Théorie des Systèmes et Relations Internationales*, Bruselas, 1977, p. 112. Citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 240.

1.1 Enfoque sistémico

Para entender y conceptualizar el sistema energético internacional se toman como referencia, algunas de las definiciones sobre sistema, propuestas por autores estudiosos de las ciencias sociales.

En el campo de las ciencias sociales Singer señala que: “[...] por un sistema social, entiendo nada más que una agregación de seres humanos (además de su medio físico) que son lo suficientemente interdependientes para participar en un destino común [...], o que acciones de algunos de ellos normalmente afectan las líneas de actuación de muchos de los demás”. Esta concepción de sistema social incluye la interdependencia que existe entre los seres humanos y el medio ambiente o físico.

Braillard por su parte considera cuatro aspectos para definir un sistema: “1) un sistema está constituido por *elementos*; 2) entre estos elementos existen *relaciones o interacciones*; 3) estos elementos y sus relaciones forman un *todo* una *totalidad*; 4) esta totalidad manifiesta una cierta organización”. De estos puntos deriva su definición: “[...] un sistema es un conjunto de elementos en interacción que constituye una totalidad y que manifiestan una cierta organización”. Interdependencia e interacción son elementos claves de todo sistema.¹³

De acuerdo con estos argumentos la definición de sistema que se utiliza para el desarrollo de esta investigación es la siguiente: un sistema es un conjunto de actores o elementos con un destino común condicionado por la interdependencia en la que se encuentran, donde las acciones de algunos afectan las líneas de actuación de otros, formando una totalidad, que se manifiesta en una estructura específica.

Ahora bien, todos los sistemas conllevan un conjunto de características:

¹³ Braillard, Philippe, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* 1993, p. 213.

“Constan de una serie de normas esenciales, comparten ciertos elementos internos (por ejemplo, tipos de actores, capacidades de éstos, factores de información y reglas de transformación) y están sujetos a ciertos límites. Además, el equilibrio de los sistemas obedece a tres principios: En primer lugar, las normas esenciales están en equilibrio en el sentido de que un cambio acontecido en una de ellas produce cambios por lo menos en otra. En segundo lugar, un cambio en el conjunto de dichas normas produce un cambio en otras características del sistema y viceversa. Y en tercer lugar, el sistema está en equilibrio con su entorno; todo cambio en el sistema producirá un cambio en el entorno y viceversa”.¹⁴

Un factor esencial del sistema internacional es la normatividad que permite establecer, aceptar o negociar tratados internacionales, lo cual contribuye al equilibrio o a las fisuras del sistema.

Por su parte, Kaplan indica que: “[...] la acción internacional es la acción que tiene lugar entre los actores internacionales. Los actores internacionales son tomados como elementos del sistema internacional. Sus sistemas internos son parámetros para el sistema internacional; sus efectos (outputs) las variables del sistema internacional”.¹⁵

La sociedad internacional funciona como un sistema el cual se compone de actores, organizaciones e instituciones que a su vez son subsistemas. El sistema energético internacional se define como el conjunto de actores que juegan un papel dentro de esta dinámica, tanto activo como pasivo.

Rosecrance examina cuatro determinantes básicos para cada uno de los sistemas que distingue: las actitudes de la élite dirigente, el grado de control de la élite, los recursos disponibles para el control de la élite y la capacidad del sistema para superar los trastornos y mantener el equilibrio. Su principal conclusión es que

¹⁴ Kaplan, Morton A., “Sistemas Internacionales”, Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales, vol. IX, Madrid, 1976, p. 727. Citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.*, p. 223.

¹⁵*Ibid.* p. 215.

existe una clara correlación entre la estabilidad internacional y la seguridad interna de las élites.¹⁶

En el caso del sistema energético internacional, las élites de gobierno y empresas transnacionales juegan un papel determinante en las políticas y proyectos que se establecen a nivel nacional y mundial.

Para el análisis de los sistemas se puede recurrir a diversas estrategias, como la que propone Lieber, quien apunta que “[...] el análisis sistémico es realmente una serie de técnicas para el análisis sistemático que facilitan la organización de datos [...]. En contraste, la teoría general de los sistemas subsume una serie integrada de conceptos, hipótesis y proposiciones, que (teóricamente) son ampliamente aplicables a través del espectro del conocimiento humano”.¹⁷

En este caso se puede recurrir a un método que incluya objetivos, hipótesis, y conceptos basados en una teoría, que en conjunto permitan comprender el funcionamiento de un sistema como el energético.

En sentido parecido se pronuncia Braillard, quien señala:

“[...] la teoría sistémica trata de describir y explicar un sistema, los diversos elementos que lo componen y los procesos que son susceptibles de desarrollarse y en consecuencia de modificarlo o incluso hacerlo desaparecer, el análisis sistémico se ocupa de datos empíricos que, utilizados en el marco de diversos métodos, permiten estudiar la variables de un sistema internacional”.¹⁸

Braillard y Lieber coinciden al señalar, por un lado, que la teoría es un modelo que permite comprender los elementos y factores que interactúan en un sistema, y

¹⁶ Rocecrance, Richard N., *Action and Reaction in World Politics*, Boston, 1963, p. 280-296. Citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 229.

¹⁷ Lieber Robert J., *Theory and World Politics*, Cambridge, Mass., 1972, p. 123, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 211.

¹⁸ Braillard, Philipe, p. 33, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 211.

la relación que tienen éstos con el entorno. Y por el otro, que el análisis sistémico se avoca al uso de técnicas específicas que permiten recabar información empírica para entender de forma integral al sistema.

Según Rapoport: “Una totalidad que funciona como tal en virtud de la interdependencia de sus partes es denominada sistema y el método que trata de descubrir como esto se produce en el seno de la más amplia variedad de sistemas ha sido llamado teoría general de los sistemas”.¹⁹

Por tanto, la teoría de los sistemas no se presenta como un simple instrumento de análisis y conocimiento, sino que aparece como una teoría general que aspira a tener validez universal, con el fin de integrar y unificar el conocimiento, y el análisis científico, independientemente de las disciplinas del cual provenga. En este sentido, Bertalanffy también coincide al postular la teoría de sistemas, como un modelo que pretende establecer principios generales para los sistemas, en entidades organizadas.²⁰

Cabe hacer mención que la teoría de sistemas permite identificar los elementos de una sociedad que influyen en un determinado fenómeno o problema, y la validez universal, debe considerar factores sociales y culturales particulares, que inciden en las características y patrones sociales de un país o sistema.

Arenal señala que: “[...] en general, la teoría de sistemas trata de estudiar un sistema empírico sobre la base de hallar un sistema analítico capaz de reflejar y comprender la realidad”.²¹ Es esencial por tanto, tratar de reflejar a través de esta línea del pensamiento la actual situación del sistema energético internacional en pro de intentar definirlo como un sistema real que se desarrolla en las Relaciones

¹⁹ Rapoport, Anatol, “Foreword”, en W. Bubbly (ed.), *Modern System Research for the Behavioral Scientist*, Chicago, 1968, p. XVII. citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 212.

²⁰ Bertalanffy, Ludwing von, *Perspective son General Theory-Scientific-PoliticalStudies*(1975); versión castellana: *Perspectivas en la teoría general de sistemas*, trad. De A. Santisteban, Madrid, 1979, p. 39, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.*, p. 212.

²¹ Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 214.

Internacionales, donde es vital conceptualizar esta estructura así como definir los actores y su comportamiento. Después de identificar los elementos del sistema energético es factible percibir algunas deficiencias, como la sobreexplotación de los combustibles fósiles, que está dando como consecuencia una alta emisión de gases de efecto invernadero, que a su vez inciden en el calentamiento global.

Los autores que parten de la teoría sistémica se ocupan en general, en distintos grados en cada caso, de una serie de cuestiones y problemas que pueden resumirse en lo siguiente:

“1) La organización interna y los modelos de interacción de los elementos analíticos o reales que existen en cuanto sistema. 2) La relación y las fronteras entre un sistema y su entorno. 3) Las funciones desarrolladas por los sistemas, las estructuras para la realización de tales funciones y su efecto sobre la estabilidad del sistema. 4) El mecanismo válido para el mantenimiento del statu quo o del equilibrio del sistema. 5) La clasificación de los sistemas. 6) La disposición de los niveles jerárquicos de los sistemas, la situación de los subsistemas dentro del sistema, los modelos de interacción entre los subsistemas, y entre los subsistemas y el sistema mismo.”²²

Otro autor que ha aplicado la teoría de los sistemas, sobre modelos sistémicos internacionales, es Modelski.²³ El principal objetivo del autor es determinar cuáles son las estructuras que en cada uno de los sistemas específicos satisfacen las exigencias funcionales, que según su opinión son características de todo sistema internacional.

Los modelos que elabora Modelski son recursos conceptuales orientados a aumentar la comprensión del sistema internacional, facilitando el análisis comparado de todos los sistemas internacionales conocidos.

²² Dougherty, James E. y Pfaltzgraff, Robert L. *Contending Theories of International Relations. A Comprehensive Survey*, 2.a ed., Nueva York, 1981, p. 148-150. citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.*, p. 215.

²³ Modelski, George, “Agraria and Industria. Two Models of the International System”, *World Politics*, vol. 14 (1961), p. 118-143, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.*, p. 231.

Este autor basa su concepción en los siguientes puntos: 1) El objeto de estudio propio de las relaciones internacionales es el universo de sistemas internacionales, tomando en consideración el pasado, el presente, y el futuro hipotético. 2) Los sistemas internacionales son sistemas sociales, por lo que las generalizaciones sociológicas sobre los sistemas sociales son aplicables *mutatis mutandi* al estudio de los sistemas internacionales. 3) Los sistemas internacionales tienen estructuras. Estas estructuras son respuestas relativamente estables del sistema internacional a la necesidad de satisfacer sus exigencias funcionales. El sistema internacional comprende, así, estructuras de autoridad, recursos, solidaridad y cultura. Independientemente de su tamaño, complejidad y composición, todos los sistemas internacionales poseen estructuras un tanto estandarizadas, para su mantenimiento y para la realización de sus funciones. 4) Las mismas exigencias funcionales son satisfechas en todos los sistemas. Estas son: salvaguardia de la independencia de sus miembros y mantenimiento del orden internacional. 5) Los sistemas internacionales concretos son sistemas mixtos.²⁴

En base al planteamiento de Modelski como instrumento de análisis se puede definir al sistema energético internacional como objeto de estudio de las relaciones internacionales, ya que se puede ubicar el pasado, presente y futuro de este sistema. Igualmente, es un sistema social, ya que existen relaciones económicas, políticas y sociales, que se generan entre los actores que participan en la producción y el comercio energético. El sistema energético se estructura y define por las mismas relaciones comerciales que nacen de la necesidad de satisfacer la demanda energética interna de cada país, para mantener un desarrollo económico continuo. Así mismo, dentro de este sistema existen o surgen subsistemas o estructuras para permiten tener ventaja dentro del sistema.

Kaplan indica que es viable “[...] describir posibles sistemas internacionales y de especificar las circunstancias ambientales que favorecen la permanencia de

²⁴ *Ibíd.* p. 232.

cada sistema o las condiciones en las que cada uno de ellos tenderá a transformarse en uno de los otros”.²⁵ Por tanto, es factible identificar los elementos del sistema energético internacional, así como las circunstancias ambientales que dan pauta, a que se haya mantenido en base a la explotación de energías fósiles, y que generen las bases de transición hacia a un nuevo sistema basado en energías alternativas. Al analizar la evolución del sistema económico internacional se ha identificado, que las grandes transformaciones económicas (revoluciones industriales) ocurren cuando surgen nuevos sistemas de energía, que concuerdan con el uso de novedosas tecnologías.

El sistema internacional energético y los actores que lo conforman (estados, empresas internacionales, organizaciones internacionales) influyen sobre la disponibilidad de los recursos energéticos. Así mismo, prevalece un mercado energético marcado por ciertas regularidades, gracias a ello existe cierta estabilidad o equilibrio. Al definir al sistema energético internacional en base a estos conceptos, se puede argumentar que dicho sistema es válido, ya que este cuenta con actores, tal como los Estados, empresas internacionales, jefes de Estado y de gobierno, empresarios, trabajadores, así como elementos físicos como el petróleo, gas natural, carbón, etc. Estos actores a su vez son interdependientes al definir e intervenir en la organización sistémica, además de que la energía que poseen o controlan algunos de estos actores, influye en el destino de la sociedad internacional, ya que su ausencia o disminución afecta a todo el sistema. De tal modo que el sistema energético está unido por una estructura compleja, que incluye redes de extracción, refinación y distribución de la energía, la cual es extraída como materia prima y procesada para uso industrial o doméstico.

Thompson considera que:

²⁵ Kaplan, Morton A., *Towards Professionalism in International Theory: Macrosystem Analysis*, New York, 1979, p. 96, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 222.

“[...] las condiciones necesarias y suficientes para un subsistema regional incluyen: regularidad e intensidad de las interacciones de tal forma que un cambio en una de las partes afecte a las otras partes; que los actores estén en general próximos, que exista un reconocimiento interno y externo del subsistema como distinto, y que haya al menos dos, y probablemente más actores”.²⁶

Ante este tipo de planteamiento es factible identificar subsistemas regionales dentro del sistema internacional, un ejemplo es la Unión Europea que puede intentar imponer sanciones a Irán dirigidas a impedir la exportación de su crudo a otros países. Lo cual supone desequilibrios para algunos socios, como España que en 2010 fue el país comunitario que más dependió del petróleo importado de Irán.²⁷

En cuanto a los actores o subsistemas, Kaplan distingue entre “actores nacionales” y “actores supranacionales”, entre estos últimos destacan los actores de bloque, como la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) y Agencia Internacional de Energía (AIE), y actores universales, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y las propias transnacionales.

Kaplan en su libro *System and Process in International Politics*, de acuerdo al número de actores y a la configuración estratégica, distingue seis tipos de sistemas internacionales, a partir de una tipología comparativa. Éstos son: el sistema de equilibrio de poder, el sistema bipolar flexible, el sistema bipolar rígido, el sistema internacional universal, el sistema jerárquico internacional, y el sistema internacional de veto por unidad.²⁸ Un ejemplo de sistema bipolar rígido se vivió durante la Guerra Fría, que provocó una escalada armamentista y la tensión entre URSS y los Estados Unidos.

²⁶ Thompson, William R., “The Regional Subsystem: A Conceptual Explication and a Propositional Inventory”, *International Studies Quarterly*, vol. 17 (1973), p. 101. Citado por Del Arenal, Celestino, *Op. cit.*, p. 237.

²⁷ Martínez de Rituerto, Ricardo, “La UE impondrá el embargo petrolero a Irán el próximo día 23”, en: http://internacional.elpais.com/internacional/2012/01/11/actualidad/1326303234_462630.html (Fecha de consulta: 11 de marzo de 2013).

²⁸ Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 224-225.

Sobre estas afirmaciones, que puntualiza Arenal sobre Kaplan, es factible analizar el sistema energético internacional, tomando como base las condiciones, reglas y factores que intervienen en el mantenimiento del equilibrio de los mercados energéticos. Además habría que identificar los procesos de regulación, que podrían ser autónomos o impuestos.

Los modelos sistémicos de Kaplan no son modelos en equilibrio pues éstos “[...] no son estáticos sino que responden al cambio, cuando se produce dentro de ciertos límites, manteniendo o restaurando el sistema de equilibrio. El equilibrio no tiene una función explicativa dentro de tales sistemas. Antes por el contrario, es el equilibrio el que debe ser explicado; el modelo mismo constituye la explicación al indicar los mecanismos que restauran o mantienen el equilibrio”.²⁹

Los procesos de regulación autónomos dentro de los mercados energéticos, son aquellos que se realizan de forma autogestiva (por inercia), que no son impuestos por países (Estados Unidos, Brasil, Venezuela), empresas internacionales (Shell, British Petroleum, Pemex, Petrobras), organizaciones o instancias internacionales (OPEP, AIE, Unión Europea). Lo cierto es que los actores citados pueden influir en los mercados energéticos e incidir en los precios de los combustibles. Por ejemplo, la oferta constante de petróleo en el mercado energético contribuye a que los precios se mantengan sin fluctuaciones, o que no se afecten otros sistemas, como los económicos, sociales o políticos.

A la vez pueden surgir condiciones que pueden llevar a un sistema hacia la inestabilidad y transformar el sistema energético de forma permanente. Por ejemplo, la escases de petróleo conducirá a que los precios del mismo se incrementen debido a que cada vez será más difícil su extracción; por lo tanto, la tecnología

²⁹ Kaplan, Morton A., “The Systems Approach to International Politics”, en M. A. Kaplan (ed.) *New Approches to Internationals Relations*, Nueva York, 1968, p. 388, citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.* p. 226.

implementada será de mayor precio, lo cual influye en su encarecimiento, y por consecuencia, a su gradual abandono y transición a un nuevo sistema.

En cuanto a los procesos de regulación impuestos en el mercado internacional, destacan los fenómenos que son originados directamente o indirectamente por los países exportadores o importadores de energía, así como por las mismas empresas y organizaciones internacionales que inciden en la dinámica del mercado energético. Como ejemplo, podemos citar la capacidad que tienen algunas organizaciones internacionales para influir en el precio del petróleo, como lo hizo la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP) durante los setentas y ochentas. Sin embargo, con el descubrimiento de petróleo en el Mar del Norte, y la entrada de Rusia al mercado global del petróleo, se modificó el sistema dominado por la OPEP. Por tal motivo, el control del precio de petróleo mundial por parte de la organización disminuyó.

El equilibrio de este tipo de sistema o mercado energético internacional puede recaer en el flujo constante de energético a precios accesibles para cubrir la demanda de los Estados. Dicho sistema se encuentra en constante cambio, ya que la tendencia indica que el petróleo se está encareciendo debido a su difícil acceso, y por el contrario, las energías alternativas están dejando de ser “alternativas” para convertirse en una realidad a mediano y largo plazo.

La estabilidad o inestabilidad del sistema energético es influenciado por las políticas y estrategias que los Estados utilizan para alcanzar sus objetivos y mantener una jerarquía preponderante en el sistema. Entre las estrategias destacan, la diplomacia y negociación, el despliegue militar y el comercio internacional que mantiene al sistema económico en funcionamiento.

Zinnes afirma que es básico que la teoría sistémica se oriente hacia el estudio de la transformación de los sistemas, hacia el paso de un sistema a otro como forma de proporcionar una explicación parcial de la violencia o conflicto internacional.³⁰

1.2 Reservas y Recursos energéticos

Se denominan reservas energéticas a las que están inmediatamente disponibles para su aprovechamiento, las cuales pueden aprovecharse para su transformación en energía, en condiciones económicas rentables. En cambio, los recursos que estadísticamente son existentes dentro de un territorio, solo estarán a disponibilidad después de una inversión en extracción, que sea estrictamente inferior a los precios del mercado. Es fundamental que la energía útil que se obtenga del recurso, sea muy superior a la consumida en su extracción y transformación.³¹

Los recursos energéticos pueden llegar a convertirse en reservas, ello depende del abaratamiento de las tecnologías para su extracción o de las tendencias del mercado energético mundial. Lo cual ocurre cuando el recurso alcanza un precio alto que hace viable nuevas inversiones. Ejemplo de ello fue el alza de los precios del petróleo en 1973, que provocó que el crudo del Mar del Norte dejara de considerarse únicamente recurso, para convertirse en reserva. Del mismo modo la disponibilidad de tecnologías de perforación y extracción a más de 2,000 metros de profundidad en los océanos, está abriendo el mercado a importantes recursos energéticos que hasta ahora eran inaccesibles.³²

La diferencia entre reservas y recursos energéticos será fundamental para el análisis del sistema energético internacional, así como para definir un escenario

³⁰ Zinnes, Diana A., "Prerequisites for the Study of System Transformation", citado por Del Arenal, Celestino, *Op. Cit.*, p. 234.

³¹ Cuestiones sobre la Energía, En: www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-3/articulo/115652-31-ique-se-entiende-por-recursos-y-reservas-energeticos (Fecha de consulta: 19 de Febrero de 2013).

³² *Ibidem*.

prospectivo sobre la política que los actores y la Geoestrategia que seguirán respecto a la ubicación específica de las reservas, ya que aunque los recursos son muy abundantes aún no se cuenta con la tecnología o presupuesto para desarrollarlos como reservas. En términos de energía, el Estado nación, paulatinamente ha dejado de tener control sobre sus recursos y reservas energéticas, de ahí que sea importante analizar la forma en que los gobiernos y empresas transnacionales, influyen en las políticas energéticas de países emergentes, como México.

El problema que se enfrenta en el contexto internacional es que actualmente la demanda de petróleo está creciendo más que la producción, lo cual eleva la pobreza energética de algunos países o sectores de población. A nivel general la pobreza puede ser entendida como la incertidumbre de mantener un estatus económico seguro para satisfacer las necesidades básicas. Según la definición oficial de pobreza energética elaborada en el Reino Unido “Los hogares en situación de pobreza energética son aquellos que destinan más del 10% de sus ingresos en gastos energéticos, incluyendo los equipos domésticos, para satisfacer un nivel de confort térmico adecuado en su hogar”.³³ Sin embargo, dicha definición no aplica en todos los casos, ya que existen comunidades en todo el mundo que no tienen acceso a electricidad o gas natural, por lo que basan su consumo energético en la quema de biomasa para calentar sus hogares o cocinar sus alimentos.

Del párrafo anterior se puede destacar entonces que existen personas en pobreza energética y personas sin acceso a ningún tipo de energía. En los últimos años se han dado aumentos drásticos en los precios de gasolinas, electricidad y gas que han originado manifestaciones en países de la Unión Europea, esto es un indicador de que la pobreza energética se está manifestando en los países desarrollados.

³³ “Estudio de pobreza energética en Europa”, En: www.fuel-poverty.org/files/WP7_D26-1_es.pdf (Fecha de consulta: 21 de Agosto de 2013).

De ahí la necesidad de empezar la transición energética a un sistema más dinámico y diverso donde la mayoría de la población mundial tenga acceso al suministro eléctrico que provenga de fuentes no contaminantes. No se puede omitir que el 40% de la población mundial sobrevive con una renta inferior a los dos dólares diarios, en situación de extrema pobreza, y que la inmensa mayoría de este sector carece aún de suministro eléctrico en sus viviendas.³⁴ Probablemente, uno de los factores importantes a nivel mundial que podrían elevar la calidad de vida de las personas en situación de pobreza, sería un acceso fiable y constante de energía a un precio relativamente bajo, y con cero emisiones de carbono.

1.3 Geopolítica, Geoestrategia y el Cenit del Petróleo Reservas Internacionales

Para entender la importancia de las reservas energéticas en la dinámica del mercado energético internacional y la relación que se mantiene con la seguridad energética,³⁵ es necesario abordar de entrada dos conceptos muy importantes en las Relaciones Internacionales: la Geopolítica y la Geoestrategia.

Según Dr. Rudolf Kjellen, (1864-1922) “La Geopolítica concibe al Estado como un organismo geográfico o como un fenómeno en el espacio”. Este autor fue el creador del vocablo geopolítica, y trató de establecer comparaciones entre los Estados y los organismos vivientes.³⁶ Este tipo de definiciones se insertan justamente en la Teoría general de sistemas, ya que cualquier organismo se compone de sistemas o subsistemas, así mismo el Estado es visto como un organismo sistémico y como parte de un sistema superior.

³⁴ Rifkin, Jeremy, 2012, *La Tercera Revolución Industrial*, Ed. Paidós, Madrid, España, p. 60

³⁵ Seguridad energética es la capacidad de un país de cubrir su demanda energética con recursos propios.

³⁶ Rosales Ariza, Gustavo, “Geopolítica e Historia”, *Geopolítica y Geoestrategia, liderazgo y poder*, <http://www.umng.edu.co/www/resources/revGeopol0906.pdf> (Fecha de consulta: 10 de enero de 2013).

Otro de los precursores de la Geopolítica fue Friedrich Ratzel (Alemania 1844-1904), quien dio los primeros pasos hacia una sistematización científica de la ubicación del ser humano en el ambiente. Entre sus principales obras se halla “Antropogeografía” en la cual demuestra que a lo largo de la historia han existido dos elementos permanentes: el ser humano y el suelo. De ahí que la “Geografía Política” se ocupe de estudiar las relaciones de la humanidad con el territorio, llegando a concebir el Estado como un organismo territorial.³⁷

Según Friedrich Ratzel: “La geopolítica es la ciencia que establece que las características y condiciones geográficas y, muy especialmente, los grandes espacios, desempeñan un papel decisivo en la vida de los Estados, y en el individuo y la sociedad humana en que viven; estando su destino determinado por la Geografía, que proporciona al conductor político el sentido geográfico para gobernar”.³⁸

De acuerdo con Friedrich Ratzel “[...] los grandes espacios geográficos desempeñan un papel fundamental en la vida de los Estados”.³⁹ A partir de esta concepción y para efectos de la investigación, es conveniente resaltar los recursos que se encuentran dentro de un área geográfica específica, delimitada por las fronteras del propio Estado. Específicamente los recursos energéticos, si bien éstos no garantizan el desarrollo del Estado que los posea, ni su conversión en una superpotencia, sí le otorgan la oportunidad de influir en el mercado energético.

Desde la geopolítica se concibe a la Geografía como un factor “[...] que proporciona al conductor político el sentido geográfico para gobernar”.⁴⁰

Según esto no se puede dejar de lado la interacción político-geográfica o tierra-poder que es de suma importancia en el análisis de las Relaciones

³⁷ *Ibíd.*

³⁸ *Ibíd.*

³⁹ *Ibíd.*

⁴⁰ *Ibíd.*

Internacionales. De tal modo que en el mapa mundial existen diversas zonas estratégicas con recursos energéticos que pueden dar ventajas geopolíticas a los Estados u organismos que las posean, dando mayor poder de influencia en el Mercado Energético Internacional.

La geopolítica se vincula con el estudio de las primeras civilizaciones establecidas en territorios predeterminados por fronteras, a partir de las cuales se conformaron los primeros Estados Nación. Si estas civilizaciones no encontraban los suficientes recursos para desarrollarse, invadían militarmente otras zonas estratégicas, ricas en recursos. Hoy en día este tipo de injerencia extranjera no ha cesado, pues existen claros ejemplos de intervención militar por parte de Estados Unidos en Irak, Afganistán y el Medio Oriente, sobre todo en países que cuentan con grandes recursos y reservas de petróleo y gas.

Otro de los conceptos básicos para entender la importancia geográfica de la ubicación de recursos energéticos es la Geoestrategia. En palabras de Zbigniew Brzezinski: “[...] la Geoestrategia es la gestión estratégica de los intereses Geopolíticos”.⁴¹

“Cuando la geopolítica salta del marco espacial de un Estado en particular para considerar su aplicación en un escenario más amplio, regional, continental o global, que se inspire en intereses económicos, sociales, políticos o militares de un Estado o bloque de Estados o simplemente para que se aplique una ‘Política de poder’ por una potencia invocando la necesidad de un espacio vital para ella que garantice su supervivencia o su vigencia, la ciencia se desliza al campo de la Geoestrategia y ésta, que es la consecuencia de los objetivos estratégicos que fije la política, estrecha sus vínculos con la Seguridad”.⁴²

⁴¹ Zbigniew Brzezinski, 1998, *El Gran Tablero Mundial*. Ediciones Paidós, Ibérica S.A., Barcelona, Citado por: Rosales Ariza, Gustavo, *Op. Cit.*

⁴² Rosales Ariza, Gustavo, *Op. cit.*

Una línea geoestratégica se relaciona con la necesidad de un Estado o bloque de Estado para obtener ventajas comparativas, no solo en su territorio, sino también fuera de éste; con el fin de lograr objetivos geopolíticos y recursos energéticos en determinada área geográfica, para garantizar su seguridad energética.

“La Geoestrategia entonces estudia la influencia de la geografía desde el punto de vista estratégico, de tal manera que permita el control y/o posicionamiento físico de los espacios que den, a quien los posea, ventajas geopolíticas”.⁴³

En cuestiones geoestratégicas hay que considerar que las principales reservas están concentradas en regiones específicas del planeta. Aproximadamente 70% del petróleo crudo convencional y el 65% de las reservas naturales de gas están concentradas en zonas geográficas exclusivas.⁴⁴ Lo cual intensifica la preocupación de las naciones consumidoras de energía, y propicia una mayor competencia y cooperación por mantener una mayor influencia en las regiones productoras. En la gráfica 1.1 se observan las regiones que tienen reservas probadas de petróleo, gas natural y carbón, y que por ende, son importantes en términos geoestratégicos.

El sistema energético es vasto y complejo, compuesto por productores y consumidores, se encuentra interconectado por líneas de abastecimiento que pasan por rutas remotas e inseguras. Donde la energía de origen fósil es un eje central del sistema, y es determinante su control a partir del poder militar y económico.

En la gráfica 1.1 se puede observar la distribución de las reservas probadas hasta 2012 de las energías fósiles donde predomina en petróleo y gas natural el Medio Oriente. Europa cuenta con pocas reservas fósiles por lo cual apuestan por las renovables a largo plazo. Mientras que China tiene grandes reservas de carbón, pero está reduciendo el uso de este por sus altos niveles de contaminación.

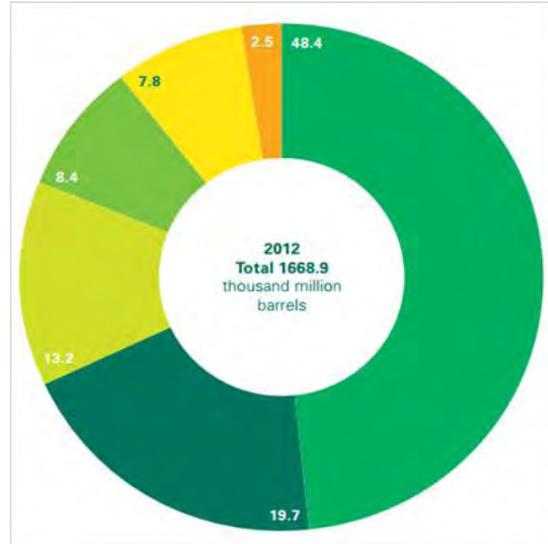
⁴³ *Ibíd.*

⁴⁴ Sascha Müller-Kraenner, *op. cit.*, p.4.

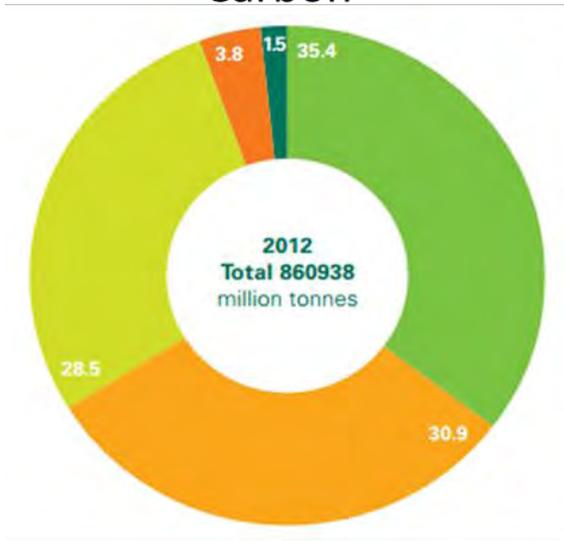
Gráfica No. 1.1
Distribución de las reservas probadas 2012



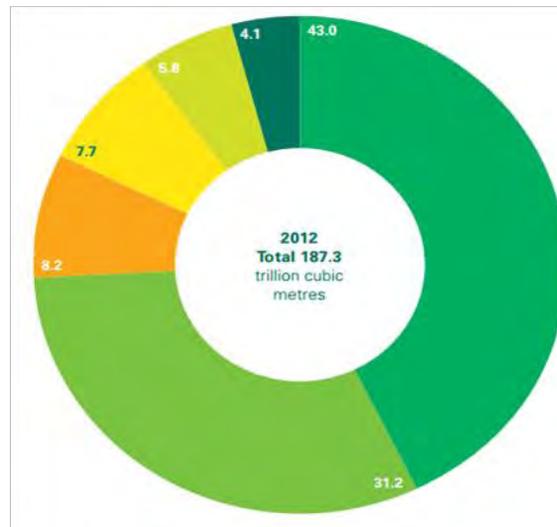
Petróleo



Carbón



Gas Natural



Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2013

La geopolítica de la energía analiza la proyección de poder de los actores presentes en el espacio geográfico que alberga las reservas y las infraestructuras de producción y transporte energético, pero también la comercialización y la base

tecnológica que permiten abastecer la demanda.⁴⁵ Así mismo, la geoestrategia de las líneas de abastecimiento permite definir las rutas por las cuales se suministra la energía, así como las principales áreas geográficas donde se tomarán acciones.

La geopolítica de la energía se enfoca en el control y acceso a los recursos energéticos, además de las rutas de abastecimiento. De igual manera cabe señalar el papel que tienen los actores que influyen en la Geopolítica. Hace algunas décadas, en el contexto de las Relaciones Internacionales se tomaba como el principal y único actor al Estado. Actualmente la lista de actores es muy amplia, destacan estados, organizaciones internacionales, organizaciones no gubernamentales, la opinión pública, empresas públicas y privadas, organizaciones terroristas, redes sociales, etc. Todos estos actores juegan un rol en el sistema internacional, pero para efectos de la geopolítica energética los principales actores son los gobiernos, organizaciones supranacionales, las empresas internacionales y las compañías nacionales (públicas).

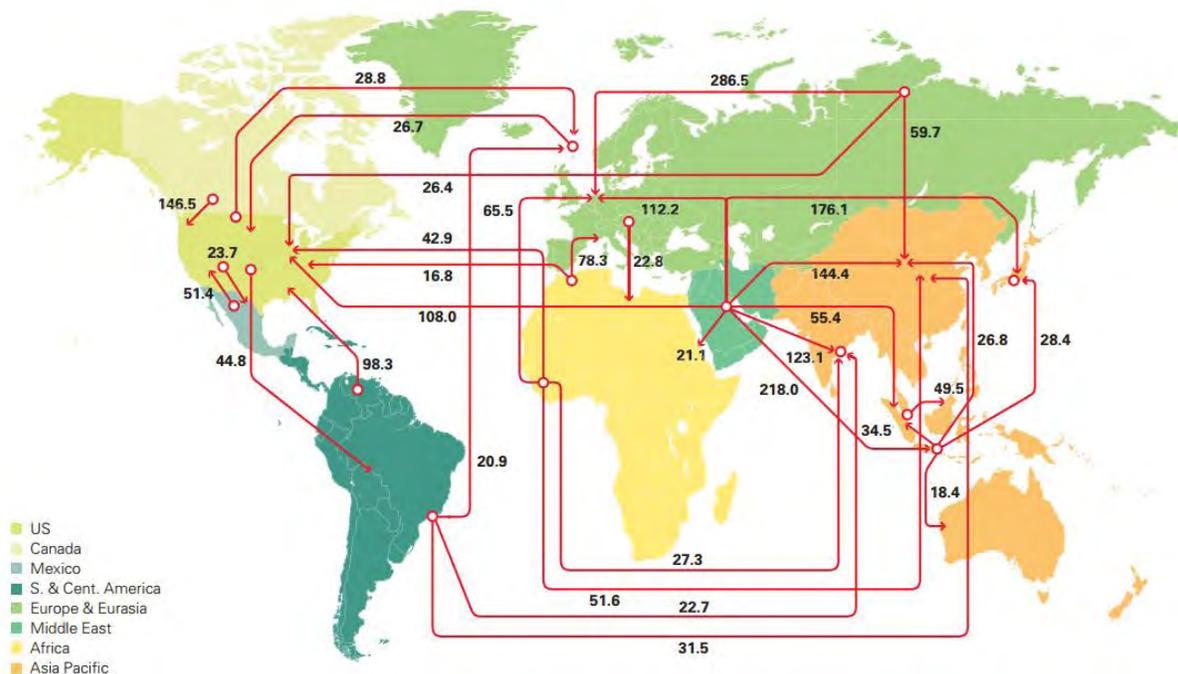
En este escenario, Estados Unidos y la Unión Europea tienen gran influencia económica, en términos geopolíticos, China y la India destacan como grandes consumidores de energéticos por su acelerado desarrollo económico. No se puede dejar de lado a Rusia que está emergiendo de igual forma como un gran productor, gracias al poder de sus compañías. En Latinoamérica, Brasil ha aumentado su capacidad de producción al descubrir enormes reservas petrolíferas en las profundidades del océano, ocupando el lugar número 12 en el ranking de productores mundiales.⁴⁶ En el siguiente mapa se muestra el flujo del petróleo en el comercio internacional.

⁴⁵ Escribano, Gonzalo, "Energía entre la Geopolítica y los Mercados", *Economía Exterior*, Núm. 58, Otoño 2011.

⁴⁶ Rifkin, Jeremy, *Op. Cit.* p. 246

Mapa 1.1

Los principales movimientos comerciales de petróleo 2013



Fuente: BP Statistical Review of World Energy June 2013

En cuanto al análisis geoestratégico Gonzalo Escribano plantea que éste se debe extender a “[...] corredores eléctricos, las energías renovables (Plan Solar Mediterráneo o Desertec) a la energía nuclear (Irán), la hidroelectricidad (Sudán-Egipto) o los biocombustibles (Brasil)”⁴⁷, e incluso la energía eólica. En todos estos ejemplos la geografía ha determinado la ubicación de los recursos energéticos que posee cada nación, las rutas de distribución y abastecimiento también están determinadas por la geografía, oleoductos, gasoductos, líneas eléctricas y rutas marítimas etc.

Así mismo, también se pueden mencionar zonas estrictamente geoestratégicas utilizadas para la distribución, como el estrecho de Ormuz, Bab el-

⁴⁷ Escribano, Gonzalo, *Op. Cit.* p. 81

Mandeb, Malaca, el Bósforo y el Canal de Suez. Las zonas de Oriente Medio y Norte de África son vulnerables a diversos conflictos como accidentes, piratería, ataques terroristas o conflictos bélicos que pueden acarrear su cierre o bloqueo temporal.

Mapa 1.2

Mapa de Zonas Geoestratégicas de flujo de comercio de petróleo



En 2006, los estrechos Ormuz y Bab el-Mandeb canalizaron 17 y 3,8 millones de barriles diarios (Mbd) respectivamente, lo que significó el 20,7% y 4,6% del suministro global de petróleo. El Canal de Suez hizo lo propio con 4,2 Mbd que representaron el 5,1% del suministro mundial. Para 2030, las previsiones son que las cifras citadas se incrementen a 23 Mbd en el estrecho de Ormuz, a 4,9 Mbd en Bab el-Mandeb y a 5,3 Mbd en el Canal de Suez.⁴⁸

⁴⁸ El Suministro Global del Petróleo, En: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Marzo.htm> (Fecha de consulta: 7 de Abril de 2014)

En 2006, el estrecho de Malaca, un paso clave para el suministro desde Oriente Medio a Asia, canalizó un flujo de 12 Mbd de petróleo, un volumen que representó el 14,3% de la demanda mundial. Sin embargo, se espera que este porcentaje aumente hasta el 16,7% en 2030. Por su parte, El Bósforo constituye la puerta de acceso a una parte importante de los recursos del Mar Caspio.⁴⁹

La importancia de estas zonas geoestratégicas se refleja en la circulación de las exportaciones del petróleo a los países dependientes de dicho energético. Además, la interdependencia se incrementará ya que regiones como el Mar del Norte que abastece a Europa de petróleo, está en declive y tendrá que importarse de otras regiones como el Medio Oriente.

Una vez conocidos los fundamentos de la Geopolítica y la Geoestrategia se puede analizar su estrecha relación con la soberanía y seguridad energética de los estados que conforman la sociedad internacional.

1.4 Soberanía y Seguridad Energética Internacional

Por soberanía energética se entiende la capacidad de una comunidad política para ejercer el control y la potestad (entendida como autoridad) y para regular de manera racional, limitada y sustentable la explotación de sus recursos energéticos, conservando un margen de maniobra y una libertad de acción que le permita minimizar los costos asociados a las presiones externas de los actores estratégicos que rivalizan por la obtención de recursos.⁵⁰ Un país tiene soberanía energética cuando tiene la libertad política y económica para extraer, transformar y comercializar sus recursos energéticos, de forma sustentable, sin presiones internas y externas, con el fin de atender las necesidades energéticas de su desarrollo económico y social.

⁴⁹ *Ibíd.*

⁵⁰ Soberanía energética. Disponible en: <http://soberaniaenergetica.blogspot.mx/> (Fecha de consulta: 31 de julio de 2013).

La soberanía energética también se concibe como “[...] la capacidad que tiene la propia ciudadanía para decidir sobre el modelo energético de que se quiere dotar, atendiendo a la realidad de sus propios recursos, límites y posibilidades, maximizando una cultura energética esencial de contención, ahorro y eficiencia y teniendo en cuenta los criterios de sostenibilidad y defensa de los Derechos Humanos como marco de referencia del mercado energético global”.⁵¹

A diferencia de la definición anterior, Romero y Barcia proponen una definición acotada a la ciudadanía, donde ésta puede decidir qué tipo de modelo energético puede adoptar; considerando sus propias necesidades, recursos y posibilidades, y tomando en cuenta aspectos vinculados al cuidado del medio ambiente.

Otro de los problemas recientes que enfrenta el mundo como sistema, es la seguridad energética. Se puede afirmar que la *política exterior de energía* se está convirtiendo en una herramienta en las relaciones internacionales para fomentar que los estados tengan una mayor seguridad energética. Incluso de acuerdo con la afirmación del Ex-Ministro de Relaciones Exteriores Alemán, Frank-Walter Steinmeier, mantener la seguridad global en el siglo XXI, va a estar inherentemente ligada a la seguridad energética.⁵² Los recursos energéticos tienen un papel fundamental en la seguridad política de cada estado, principalmente de las mayores potencias económicas, las cuales consumen grandes cantidades de energía para mantener sus altos niveles de producción y consumo.

El concepto de seguridad tiene muchas acepciones dependiendo del autor y el contexto en que se utilice el término, puesto que “[...] en un sentido objetivo mide la ausencia de amenazas y valores adquiridos, y en un sentido subjetivo mide la

⁵¹ Romero, Cote y José Vicente Barcia, 2013, Autoconsumo y soberanía energética. Disponible en: <http://www.ecooo.es/documentos /autoconsumoeea.pdf>. (Fecha de consulta: 2 de julio de 2013).

⁵² Sascha Müller-Kraenner, *Op. cit.*, p.19.

ausencia de peligro de que dichos valores se ataquen”.⁵³ De este modo la seguridad a nivel internacional ha tenido diversas interpretaciones, comenzando con la firma de la Paz de Versalles en 1919, donde se hizo referencia a la seguridad colectiva, como la vía más efectiva para asegurar la paz.

La seguridad energética es definida por la Comisión Europea y la Agencia Internacional de Energía, como la provisión de energía con un razonable precio, fiable y amigable con el medio ambiente.

La seguridad energética se convirtió en un asunto de estrategia nacional, a partir de la Primera Guerra Mundial, cuando Winston Churchill decidió cambiar el suministro de los buques de guerra de carbón a petróleo; no sin antes analizar las implicaciones que tendría esta decisión ante la inestabilidad del mercado mundial del recurso. Cuando se le cuestionó acerca de la seguridad de la nueva fuente de energía (petróleo) en tiempos de crisis, Churchill respondió: “[...] la certidumbre y seguridad están en la variedad y en la variedad solamente”.⁵⁴ Esto significa que la seguridad energética consiste básicamente en asegurar el suministro de energía a partir de varias fuentes energéticas.

Esta afirmación hoy en día es bastante aplicable, a pesar de eso se puede observar como el consumo de energía se concentra en el ámbito de los combustibles fósiles, lo cual se mantendrá constante durante los siguientes años. Por ello es fundamental transformar el sistema político con relación al uso excesivo de energéticos fósiles y diversificar el suministro de energéticos, así como establecer límites en cuanto a la expansión del desarrollo económico mundial, para proteger al medio ambiente.

⁵³ Wolfers citado por Hans Günter, 2009, “Cuarteto conceptual: la seguridad y sus vínculos con la paz, el desarrollo y el ambiente” en Oswald, Úrsula y Günter, Hans (editores), *Reconceptualizar la seguridad en el siglo XXI*, UNAM, México, p. 179.

⁵⁴ Sascha Müller-Kraenner, *Op. cit.*, p.19.

Durante la crisis petrolera de la década de los setenta, los países ricos comprendieron la importancia de dominar los yacimientos petroleros más importantes, para manipular el suministro de dicho energético en función del mercado internacional, con el fin de mantener su poderío político y económico.⁵⁵ Con ello surgió una nueva concepción de seguridad energética internacional, que no solo requiere de un suministro constante de energía, sino que también se necesita producir con eficiencia y limitar el impacto de su consumo en el medio ambiente.

El concepto de seguridad ha experimentado cambios y ha diversificado su función en la agenda internacional, teniendo injerencia en temas como medio ambiente, desigualdad social, economía y política, dejando de lado una visión estrictamente militar. La importancia Geopolítica por controlar yacimientos energéticos ha dado lugar a conflictos en las zonas de producción, tal como ocurrió con la invasión a Irak en el año 2003.

A nivel económico, la seguridad energética se centra en cubrir la demanda a partir de una afluencia continua de energéticos a precios estables, con el fin de mantener un constante desarrollo de las economías. Actualmente, es de gran importancia contar con un suministro continuo, ya que la sociedad depende de la energía para realizar sus actividades cotidianas y cualquier interrupción de la misma puede traer graves consecuencias y conflictos.

La demanda energética mundial mantendrá un ritmo de crecimiento constante generando presión en los sistemas energéticos, al mismo tiempo la tasa de producción petrolera va a la baja debido a que la incorporación de nuevas reservas es cada día menor. A nivel mundial, entre 1,600 y 2,000 millones de personas carecen de acceso a la electricidad. Según el Estudio Económico y Social

⁵⁵ Arriaga, Jorge Alberto, "La estrategia china de seguridad energética: entre el aprovisionamiento internacional y las políticas nacionales de desarrollo sustentable", En: <http://www.escenarios21.com/2010/0029.html> (Fecha de consulta: 31 de octubre de 2012).

Mundial 2009, conectar a esas personas al servicio costará alrededor de 25,000 millones de dólares por año en los próximos 20 años.⁵⁶

El tema medio ambiental se ha sumado al de la seguridad energética, sobre todo por el cambio climático, el cual ha transformado los patrones de precipitación, evapotranspiración, elevación de la temperatura promedio, del nivel del mar, que afecta a los acuíferos de zonas costeras, modificación en la intensidad y duración de eventos extremos, mayores inundaciones y sequías, ha aumentado la frecuencia e intensidad de huracanes y tormentas. En términos generales, ha llegado a afectar a regiones enteras por la pérdida de producción agrícola y de la biodiversidad, debido a esto el suministro de la energía tiene que ser cada vez más limpia, y eficiente en su producción y consumo.

En este sentido las inversiones que se requieren para el desarrollo de energías alternativas, como parte de la lucha para contrarrestar los efectos del calentamiento global, son enormes. El capital del sector privado será crucial para afrontar este desafío, ya que las estimaciones indican que alrededor del 85% del capital aportado será de fuentes privadas. Además de que entre 50% y 60% de estas inversiones deberá realizarse en economías emergentes.⁵⁷

Desde la perspectiva de las Relaciones Internacionales se puede ubicar la seguridad energética en un marco de interdependencia en los regímenes internacionales, ya que dicho concepto es fuente de cooperación e integración regional. La interdependencia también se manifiesta en los mercados energéticos, a través del alza en el precio del petróleo, lo que puso en jaque la seguridad energética de algunos países. Esta misma inseguridad energética ha llevado a la

⁵⁶ “Estudio económico y social mundial 2009. Promover el desarrollo, salvar el planeta”, (Comunicado de Prensa. Organización de las Naciones Unidas), En: http://www.un.org/esa/policy/wess/wess2009files/wess09/wess09pressreleases/pr_sp.pdf. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2013).

⁵⁷ Peter Dunscombe (Presidente del Institutional Investors Groupon Climate Change), “Una Política Rotunda Impulsará la Inversión del Sector Privado en Soluciones con un Bajo Nivel de Emisiones de Carbono”, (Boletín electrónico de la CMNUCC), En: http://unfccc.int/porta_l_espanol/newsletter/items/5419.php (Fecha de consulta: 13 de marzo de 2013).

cooperación internacional a fin de afrontar los conflictos resultantes por la gradual desaparición de las principales reservas internacionales, además de hacer frente al cambio climático, a efectos de la extensa contaminación provocada por los gases de efecto invernadero.

Aunado a esto el sistema internacional se encuentra asediado por crisis de corte político, económico, social y ambiental, lo cual influye en la vulnerabilidad del sistema energético internacional.

La percepción que la sociedad internacional comienza a tener acerca del futuro energético, influye en la importancia en cuanto al uso, producción y abastecimiento. La necesidad de garantizar la seguridad energética internacional, incluye la capacidad de cada país para responder a las demandas energéticas internas. La cobertura de las necesidades energéticas se desarrolla en una dinámica interna-externa y viceversa, lo cual manifiesta una clara interdependencia entre países productores y receptores de bienes energéticos.

Este tipo seguridad se define como internacional debido a las complejas relaciones de interdependencia que se han desarrollado en el mercado energético, haciendo vulnerable la sociedad internacional ante cualquier crisis energética que pudiera surgir. Es por esto que es importante vislumbrar a futuro, las fortalezas y debilidades del sistema energético en términos de seguridad.

1.5 Prospectiva en términos energéticos

Una de las ventajas de utilizar la prospectiva como herramienta metodológica es que los escenarios generados no se basan en el pasado o el presente, sino en el futuro. La prospectiva al no tener un objeto de estudio como tal, no puede considerarse una ciencia, sin embargo funciona como una herramienta metodológica con funciones creativas y proactivas ante los cambios.

El enfoque de la prospectiva se desarrolla a partir del diseño escenarios futuros, es decir, que no busca adivinar o predecir sino construirlo. En términos de energía y ante el declive de las fuentes de energía fósil es importante identificar qué escenarios a futuro, en relación con las energías alternativas, se pueden elaborar, tanto en el contexto internacional como nacional. Algunos países desarrollados están diseñando estrategias en cuanto investigación y tecnología para aumentar el uso eficaz y eficiente de la energía, particularmente de las energías alternas.

La prospectiva a diferencia de otros enfoques, concibe el futuro de manera múltiple y compleja, de tal forma que se puede generar varios futuros escenarios; éstos se analizan, y posteriormente se selecciona el más asequible o el más conveniente para realizarlo. De tal forma que la prospectiva puede ayudar a crear los lineamientos y adquirir la información, que permitirá tomar las decisiones y acciones apropiadas para alcanzar el mejor escenario en el sector energético.⁵⁸

Algunos de los elementos para desarrollar el análisis prospectivo son los siguientes:

- 1) La prospectiva tiene una visión holística, es decir, se enfoca en un sistema, sus elementos y la interacción entre éstos. También permite la comprensión de los actores que participan en una estructura compleja, permitiendo el análisis del presente y el futuro. En el análisis prospectivo del sistema energético se pueden incluir países, organizaciones, empresas y líderes.
- 2) Al ser el futuro improbable (inexistente) la prospectiva requiere un pensamiento creativo y proactivo que ayude a conjeturar lo que puede o no ocurrir, de modo que todo escenario pensado debe ser factible o aceptable, con base a las expectativas o intereses perseguidos. La creatividad es fundamental, sobre todo en escenarios donde se vislumbra la creciente escases de energía fósil.

⁵⁸ Déciga Campos, Sonia, "La prospectiva como herramienta metodológica.", En: <http://www.escenarios21.com/2010> (Fecha de consulta: 30 de enero de 2013).

- 3) Dos procesos inminentes de la prospectiva son la participación o interacción entre los actores y la convergencia-divergencia de los mismos. La interacción de los actores puede conducir al conflicto o a las posibles soluciones. Los diferentes actores pueden presentar sus puntos de vista e intereses contrarios (divergencia), o bien pueden lograr la cohesión para alcanzar un consenso que les permita construir un escenario equilibrado (convergencia). En este caso los países o Estados, deben pugnar por alcanzar a futuro, de forma consensuada, la seguridad y la soberanía energética.
- 4) Una vez creados los posibles escenarios a partir de la prospectiva se procede a crear un plan de acción, capaz de modificar la realidad futura y alcanzar el escenario deseado. En el marco energético las energías alternativas juegan un papel fundamental, ya que representan una opción amigable con el medio ambiente.
- 5) Finalmente en la metodología prospectiva, queda la preeminencia del proceso sobre el producto resultante, es decir, que aun cuando el escenario planteado no llegue a hacerse realidad, el ejercicio de imaginar y crear escenarios es lo que define al análisis prospectivo.⁵⁹

Asimismo para generar un análisis prospectivo adecuado con lo mencionado, también se tiene que seguir una metodología como la que se presenta a continuación. Cabe mencionar que ésta puede variar de acuerdo al autor.

Con la planeación prospectiva, se determina y se diseña primero, de forma creativa y libre de restricciones, el futuro deseado; el pasado y el presente no se consideran como restricciones, sino hasta un segundo momento cuando se tiene la imagen del futuro deseado y se exploran cuáles serían los futuros factibles. De ahí se selecciona el más deseable.⁶⁰

⁵⁹ *Ibíd.*

⁶⁰ Baena, Guillermina, 2004, *Prospectiva Política. Guía para su Comprensión y práctica*, UNAM, México. p. 47

Primeramente hay que plantear el tema de forma delimitada y concreta. Identificando y jerarquizando los actores clave y su rol dentro del sistema a analizar. Segundo, establecer un escenario tendencial. El cual nos pueda mostrar lo que podría ocurrir si las condiciones del sistema no cambian. Tercero, diseñar un escenario de apuesta o deseable. De tal manera que se tengan claras las características y delimitación de dicho escenario. Cuarto, contrastar. En este punto se refiere a comparar las características del escenario tendencial y el de apuesta, para establecer las diferencias y poder decidir cuál es el que mejor atiende los objetivos propuestos. Quinto, planificar. Consiste en crear las estrategias y tácticas que identificarán las condiciones que se deben poner en acción para lograr el escenario deseable.⁶¹

Cabe destacar también la metodología de Eleonora Barbieri Masini (profesora de la Universidad Pontificia Gregoriana de Roma)⁶² la cual se basa en los siguientes puntos:

1. Construir una plataforma base de información presente, a partir de:
 - a. La descripción del sistema y de su contexto (político, económico, social, tecnológico, etc.); se obtiene información mediante entrevistas, cuestionarios, seminarios, brainstorming, etc.
 - b. La identificación de variables internas (del sistema) y externas (del contexto).
 - c. La determinación de variables clave.
2. Identificación de actores en el presente y en el pasado, así como sus oportunidades estratégicas.
3. Formulación de cuestiones clave; desarrollo de hipótesis.
4. Construcción de escenarios y definición del horizonte temporal.
5. Identificación de los escenarios alternativos siguientes:
 - Escenario tendencial: el más probable, posible, plausible.
 - Escenario de contraste: el opuesto al tendencial.

⁶¹ *Ibidem*.

⁶² Baena, Guillermina, *Ibid.*, p. 102.

Escenario normativo: el deseable.

En el caso de esta investigación que va de lo general a lo particular, se analiza la tendencia energética internacional, para llegar a lo particular, enfocándose en México. Dentro del escenario tendencial se ubica a México, en el futuro cercano, en el cual sigue siendo dependiente del petróleo, pero genera reformas para evitar el declive de las reservas, modificando leyes permitiendo la inversión extranjera en rubros de exploración y producción, con el fin de evitar riesgos en la economía del país. Después se plantea el escenario contraste, en este no se desarrollan nuevas políticas ni reformas en el sistema energético, lo cual lleva al agotamiento de las reservas nacionales y finalmente a la dependencia del suministro exterior absoluto. Finalmente se abordan las estrategias a seguir para lograr el escenario deseado, donde se proyecta un extenso desarrollo de las energías renovables, por todas las ventajas competitivas y ambientales a largo plazo.

Como corolario, en este capítulo se presentaron y desarrollaron los fundamentos conceptuales y metodológicos que permiten estudiar y comprender a la sociedad internacional y a las relaciones internacionales en relación con el sistema energético, a través de la teoría general de sistemas. Lo cual ayuda a entender, en términos energéticos, los diversos fenómenos internacionales y sus efectos sobre el sistema y sus subsistemas. Uno de los elementos del sistema económico mundial es la energía, de tal modo que la Geopolítica y Geoestrategia de países desarrollados y de empresas transnacionales se ha orientado hacia los países que poseen reservas importantes de energía. Ante el declive de las fuentes fósiles, el sistema, en forma prospectiva, se está orientando también al desarrollo y control de la tecnología de energías alternativas.

CAPÍTULO 2

ENERGÍA, AMBIENTE, SUSTENTABILIDAD Y CONTEXTO ENERGÉTICO INTERNACIONAL

En este capítulo se aborda la definición de energía, las características de las fuentes de energía renovable y no renovable, y la importancia de la sustentabilidad y la eficiencia energética. Se incluye el modo en que las revoluciones industriales influyeron en la evolución del sistema energético internacional.

También se analiza el papel que diversos actores han jugado en el mercado energético internacional. En este sentido destacan las Majors que son las principales empresas multinacionales que controlan la producción, transformación y venta de petróleo y gas natural. A su vez potencias como Rusia y Estados Unidos buscan el dominio de las reservas y el comercio de la energía. La Unión Europea juega un papel determinante, no solo por los países que representa, sino por su dependencia energética y su incursión en el desarrollo de fuentes renovables. Los BRICS son relevantes por su reciente desarrollo económico, su población y amplio territorio. En el caso del Medio Oriente y América Latina son importantes en el contexto internacional, por sus grandes yacimientos de petróleo y gas natural.

2.1 Energía y Fuentes de energía

Antes de abordar las características del Sistema Energético Internacional, es necesario aclarar algunos conceptos importantes para el desarrollo del tema, con el fin de entender el funcionamiento del sistema energético, y los conflictos que éste conlleva.

Uno de los conceptos importantes es el de energía. La palabra energía proviene del griego “energos” y significa “actividad”, “trabajo”. La energía es la capacidad de generar trabajo.⁶³

La energía es indispensable para llevar a cabo actividades cotidianas, como cocinar (energía calorífica), refrigerar alimentos (energía eléctrica), transportar mercancías o personas (energía mecánica), etc. La energía ha sido de suma importancia para el desarrollo de la humanidad, desde una perspectiva económica, política, social y ambiental. Para comprender la importancia de la energía dentro del Sistema Energético Internacional, se utilizará la siguiente definición:

Es la capacidad que tienen los recursos energéticos, para generar trabajo, mediante la utilización de algún tipo de tecnología; tales recursos pueden ser petróleo, carbón, gas, viento, sol, etc.

Según el tipo de fuente, la energía puede ser: térmica, química, luminosa, eléctrica, mecánica, solar, nuclear, geotérmica, eólica, marítima, hidráulica y fósil.

El desarrollo y mantenimiento de la sociedad actual depende en gran medida de la energía fósil. Ésta proviene de la energía solar concentrada y petrificada en forma de compuestos de carbono, procedente de plantas y animales que vivieron hace millones de años; el proceso de transformación dio lugar a sustancias de gran contenido energético como el carbón, el petróleo, o el gas natural, etc.⁶⁴ El carbón fue el primer tipo de combustible fósil en ser utilizado como energía comercial, posteriormente surgieron, el petróleo y el gas natural. Actualmente los tres tipos de energía coexisten en nuestro modelo de consumo de energía, con el carbón estabilizado, el petróleo decreciendo y el gas natural en franca expansión.

⁶³ Madrid Vicente, Antonio, 2009, *Energías Renovables, Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones*, Madrid, España, Ed. Mundi-Prensa, p. 10.

⁶⁴ Energía renovable. <http://myprofetecnologia.wordpress.com/2011/02/12/energa-renovable-y-no-renovables/> (Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2012).

La energía fósil se utiliza para la producción de: a) fertilizantes y pesticidas petroquímicos, utilizados en el cultivo de alimentos; b) productos de la construcción y la industria (cemento, plásticos, etc.), c) farmacéuticos, d) ropa (fabricada con fibras sintéticas petroquímicas), etc. Gran parte de la economía está basada en el consumo masivo de energía fósil; los carbones, el petróleo y el gas natural aportan el 88% del consumo total de energía primaria a nivel mundial.

Ahora bien, nivel de la naturaleza existen fuentes energéticas renovables y no renovables.

2.1.1 Fuentes energéticas no renovables

Son aquellas cuyas reservas son limitadas y, por tanto, disminuyen a medida que se consumen. Cuando las reservas son menores, se dificulta su extracción y aumenta su costo, además, producen residuos dañinos para el medio ambiente, aunque su uso está ampliamente extendido.⁶⁵ Pueden ser de origen fósil o de origen mineral. El carbón, el petróleo y el gas natural son de origen fósil y el uranio es de origen mineral.

a) Carbón⁶⁶

El carbón es una variedad de combustible sólido, formado a partir de rocas sedimentarias, de elementos orgánicos como el carbono y otros componentes, como hidrógeno, oxígeno, azufre y la humedad. El carbón se forma a partir de la vegetación que se ha consolidado durante millones de años, entre los estratos de roca, por los efectos combinados de la presión y el calor. Existen varios tipos de carbón, ello depende de la humedad, porcentaje de minerales no combustibles (cenizas), poder calorífico e inflamabilidad. Actualmente, el carbón satisface el 40%

⁶⁵ Madrid Vicente, Antonio, *Op. Cit.* p. 21.

⁶⁶ Coal, En: <http://www.iea.org/topics/coal/> (Fecha de consulta: 07 de mayo de 2013).

de las necesidades eléctricas del mundo. Es la segunda fuente de energía primaria en el mundo después del petróleo, y la primera fuente de generación de electricidad.

b) Gas natural⁶⁷

El gas natural es una fuente de energía no renovable formada por una mezcla de gases ligeros entre los que se encuentra en mayor proporción el metano. El resto de los componentes son etano, propano, butano, nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, helio y argón. Se encuentra en los yacimientos de petróleo o en depósitos de carbón.

c) Petróleo⁶⁸

El petróleo es un aceite mineral de color muy oscuro o negro, menos denso que el agua y de un olor acre característico. Está formado por una mezcla de hidrocarburos acompañados de azufre, oxígeno y nitrógeno en cantidades variables. A partir del petróleo bruto se obtiene toda una gama de productos: sustancias gaseosas, tal como el metano, etano, propano y butano; líquidas como las gasolinas, el queroseno y el fuelóleo; y sólidas como las parafinas y los alquitranes.

d) Energía Nuclear⁶⁹

La generación de electricidad a partir de energía nuclear implica la transferencia del calor producido mediante una fisión nuclear controlada y dirigida hasta un generador

⁶⁷ Energía y Fuentes de Energía <http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-1> (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2013).

⁶⁸ *Ibidem*.

⁶⁹ Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable, En: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/r-evoluci-n-energetica-persp.pdf (Fecha de consulta: 06 de Mayo de 2013).

de turbina de vapor convencional. La reacción nuclear tiene lugar dentro del núcleo dispuesto en una vasija de contención de diseño y estructura diferentes. El calor se elimina del núcleo por enfriamiento (gas o agua) y la reacción se controla con un elemento “moderador”. A principios de 2005 había 441 reactores nucleares operando en 31 países.

2.1.2 Fuentes energéticas renovables⁷⁰

Se definen por su capacidad de generar energía a través de recursos naturales, son renovables dentro de un plazo de unos pocos años. Son aquellas a las que se puede recurrir de forma permanente porque se considera que son inagotables. Las energías renovables o energías alternativas incluyen las tecnologías que convierten los recursos naturales en servicios energéticos útiles, entre éstas, destacan las siguientes:

a) Solar

Este tipo de energía es obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol. La radiación solar ha sido utilizada por el ser humano desde su aparición en la Tierra. El calor y la luz del sol pueden aprovecharse por medio de captadores como células fotovoltaicas, helióstatos o colectores térmicos, que pueden transformarla en energía eléctrica o térmica⁷¹.

⁷⁰ Henrik, Lund, 2010, *Renewable Energy Systems, The Choice and Modelig of 100% Renewable Solutions*, Estados Unidos, Ed. Elsevier, p. 7.

⁷¹ Fuentes energéticas renovables. <http://myprofetecnologia.wordpress.com/2011/02/12/energia-renovable-y-no-renovables/> (Fecha de consulta: julio 2013).

b) Biomasa⁷²

Biomasa es un término utilizado para describir el material de origen biológico reciente que puede ser utilizado como fuente de energía. En este término se incluye la madera, los residuos de las cosechas agrícolas y forestales, diversas plantas. La biomasa puede emplearse para calentar o cocinar, generar electricidad o como combustible para el transporte. El término 'bioenergía' se emplea para los sistemas energéticos de biomasa que producen calor y/o electricidad, y los 'biocombustibles' líquidos utilizados para el transporte. El biodiesel elaborado a partir de diversos cultivos, se utiliza cada vez más como combustible para los vehículos.

Las fuentes de energía biológicas son renovables, se almacenan fácilmente y, si se cultivan de forma sostenible, no producen emisiones de dióxido de carbono, debido a que el gas emitido durante su conversión en fuente de energía útil es equilibrado por el dióxido de carbono absorbido durante su etapa como plantas.

c) Eólica⁷³

Es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aires. Durante los últimos 20 años, la energía eólica se ha convertido en la fuente de energía de mayor crecimiento. Hoy día existe una industria de producción a gran escala de turbinas eólicas que utilizan una tecnología eficiente, económica y fácil de instalar.

Las reservas mundiales de viento son enormes y capaces de generar más electricidad de la demanda total del mundo, y se encuentra bien distribuida en los cinco continentes. Pueden instalarse turbinas eólicas no sólo en las zonas costeras

⁷² Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable, *Op. cit.*

⁷³ *Ibidem.*

más ventosas, sino también en países sin costas, como regiones centrales de Europa del Este, el centro de Norteamérica y de Sudamérica y Asia central.

d) Energía geotérmica⁷⁴

La energía geotérmica aprovecha el calor procedente de las profundidades de la corteza terrestre. En la mayoría de las zonas, este calor llega a la superficie en un estado muy difuso, debido a la variedad de procesos geológicos. Los usos que pueden darse a estos recursos dependen de la temperatura; la energía geotérmica de temperaturas más altas se emplea para la generación de energía eléctrica. La capacidad de producción de energía geotérmica en el mundo es de unos 8,000 MW.

e) Energía hidráulica⁷⁵

Es aquella que se obtiene del aprovechamiento de las energías cinética y potencial de la corriente del agua, de saltos de agua o mareas. El agua se utiliza desde hace un siglo para producir electricidad. Hoy día, del orden de 1/5 de la electricidad mundial se produce a partir de energía hidráulica, pero las grandes centrales hidroeléctricas con presas de cemento y grandes pantanos tienen, en muchos casos, impactos negativos para el medio ambiente y requieren la inundación de zonas habitables.

⁷⁴ *Ibíd.*

⁷⁵ *Ibíd.*

f) Energía oceánica⁷⁶

Puede obtenerse energía mareomotriz construyendo una presa o embalse en un estuario o bahía con una marea de al menos 5 metros. Unas compuertas en el embalse permiten que se acumule la marea de entrada en una cuenca tras él. Las compuertas se cierran para que, cuando fluya la marea, pueda ser canalizada por turbinas para generar electricidad.

g) Energía del hidrógeno

El hidrógeno no es una fuente de energía, sino un vector: no existe aislado en la naturaleza, por lo que no se puede extraer de ningún sitio a bajo costo. Esto significa que si desea usar hidrógeno para cualquier fin, primero se debe generar, y es un proceso en el que siempre se consume más energía de la que se obtiene después al usarlo. Aunque todavía no se fabrican vehículos de hidrógeno a gran escala, se están dando grandes saltos en la tecnología de la energía obtenida mediante el hidrógeno.

2.2 Evolución del Sistema Energético Internacional

La energía ha jugado un papel fundamental desde la aparición del ser humano en la tierra, se encuentra vinculada al desarrollo de la civilización y al aprovechamiento de los recursos naturales. La biomasa fue la primera fuente de energía que el hombre utilizó para producir fuego, lo cual le dio una gran ventaja para cocinar sus alimentos, afrontar los duros inviernos y defenderse de sus depredadores. La

⁷⁶ Energía oceánica. http://www.natureduca.com/energ_introd_renovables.php. (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

domesticación de los animales, permitió su uso como una fuente de energía motriz, lo cual contribuyó al desarrollo de la agricultura, y al aumento de la producción agrícola. De igual modo, se aprovechó el viento para facilitar la navegación y el traslado de mercancías con los barcos de velas, así como para propulsar las aspas de los molinos de viento para moler granos.

El sistema energético internacional comenzó su configuración a gran escala a partir de la **Primera Revolución Industrial** alrededor del siglo XVIII, la cual fue impulsada por el uso carbón y las grandes máquinas de vapor. En 1807, Robert Fulton aplicó estas innovaciones en la navegación (el barco de vapor), y en 1825, George Stephenson, en los ferrocarriles. Éstos fueron de gran trascendencia, pues contribuyeron a integrar a las grandes urbes con los centros de comercio, mediante el transporte de mercancías y personas.

En el escenario internacional, la Primera Revolución posicionó a Gran Bretaña por un largo periodo como la nación hegemónica, gracias a su poderío naval, financiero y comercial. La capacidad productiva de Inglaterra en las manufacturas y su capacidad mercantil, potencializaron el imperio colonial de Gran Bretaña durante el siglo XIX. Con la apertura del mercado inglés, y con la disponibilidad británica de invertir y reinvertir en el exterior, se gestó el desarrollo de un imperio basado en el libre comercio.⁷⁷

Gracias a la Primera Revolución Industrial (ver cuadro 2.1) los efectos tecnológicos fueron significativos en el Sistema Internacional. Con las inversiones de Gran Bretaña en otros países se desarrollaron los ferrocarriles, los barcos de vapor, y surgieron los primeros puertos de alcance internacional. Lo cual dispuso las bases de la futura competencia económica. De igual forma, la interdependencia entre naciones productoras y demandantes se fue haciendo más evidente. Cabe destacar que lo que definió a Gran Bretaña como nación hegemónica no fueron solo

⁷⁷ Primera Revolución Industrial Estado y Derecho, En: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/2/557/6.pdf> (Fecha de consulta: 04 de Mayo de 2013).

sus reservas de carbón, sino su desarrollo tecnológico que le permitió maximizar la producción industrial.

A mediados del siglo XIX el progreso de Gran Bretaña en producción, técnica y ciencia se fue haciendo más lento, en comparación con el de Francia y Alemania, e incluso Estados Unidos. Tal retraso quedó evidenciado frente a sus rivales, al momento de estallar la Primera Guerra Mundial. La ventaja económica que tuvo Gran Bretaña fue producto de la fuerza de trabajo y materias primas provenientes de sus colonias y la supremacía marítima, redujo su interés en promover avances de su industria, en relación a las innovaciones tecnológicas e investigaciones científicas.⁷⁸

La **Segunda Revolución Industrial** (ver cuadro 2.1) se caracterizó por innovaciones tecnológicas y científicas, sobre la base del petróleo como energía fundamental para el desarrollo. La electrificación de las fábricas, impulsó la producción en masa de bienes manufacturados. Gracias a estos avances la tasa de natalidad aumentó a la par de la producción mundial de mercancías.

De igual forma, la energía eléctrica contribuyó, en principio, al mejoramiento del motor de combustión interna, alimentado con derivados de petróleo; posteriormente, a la producción en masa de diversos artículos como el automóvil. Henry Ford comenzó a producir automóviles del modelo T de gasolina y, con ello modificó la orientación espacial y temporal de la sociedad. Miles de personas dejarían el tren y las carretas de caballos, para manejar su propio medio de transporte. Esto impulsaría la industria del petróleo en exploración y perforación de pozos, destacando Estados Unidos como el principal productor de crudo a nivel mundial durante un largo periodo.

⁷⁸ Primera Revolución Industrial Estado y Derecho, *Op. cit.*

Cuadro 2.1 Revoluciones Industriales

	Periodo		
	1800	1900	1970
	Primera revolución industrial	Segunda revolución Industrial	Tercera revolución Industrial
Tipos de Industrias	Metalúrgica y Textil	Motor de explosión Industria química Automotriz, aparatos Eléctricos	Microelectrónica Informática biotecnología
Transporte y Comunicación	Ferrocarril, Telégrafo y teléfono	Automóvil, avión Radio y televisión Aparatos electrodomésticos	Automóvil, avión, Tren de alta velocidad Comunicación por satélite o internet
Fuente de Energía	Carbón (máquina de vapor)	Petróleo y electricidad	Nuclear, petróleo, electricidad, energías alternativas
Localización	Yacimientos	Yacimientos, ríos, presas	Yacimientos, ríos, presas, plantas de energía, viento, sol, plantas
Tipo de empleo	Del artesano al obrero. Origen del movimiento obrero	Obreros cualificados sindicalización	Tecnificación, flexibilidad y precariedad laboral

Fuente: Elaboración propia en base en Méndez Gutiérrez, Ricardo.

http://www.ign.es/espmmap/figuras_industria_bach/pdf/Industria_Fig_01_texto.pdf

La **Tercera Revolución Industrial** (ver cuadro 2.1) está vinculada al desarrollo de la microelectrónica, la informática y la biotecnología, lo cual ha influido en el mejoramiento y desarrollo de todos los sectores económicos. En términos energéticos, además de la energía derivada del petróleo, se desarrolló a finales del siglo XX, la energía nuclear, con diversos impactos sobre el ambiente y el ser

humano. En este sentido, la industria que más ha avanzado, se encuentra relacionada con el manejo y control de información, la informática y telecomunicación (incluyendo la radio, la televisión, teléfono, telefonía móvil, ordenador). En este mismo periodo, y ante la escases y encarecimiento del petróleo, se han comenzado a explorar otras fuentes de energía, como las provenientes del sol, el viento y los biocombustibles.⁷⁹

“Hoy en día, nos hallamos en los comienzos de una nueva convergencia entre una tecnología de la comunicación y un régimen energético novedosos. La conjunción de la tecnología de la comunicación, de la internet y las energías renovables está dando lugar a una Tercera Revolución Industrial. En el siglo XXI, cientos de millones de seres humanos generarán su propia energía verde en sus hogares, sus despachos y sus fábricas, y la compartirán entre sí a través de redes inteligentes de electricidad distribuida (una especie de “interred” de suministro) del mismo modo que ahora crean su propia información y la comparten en Internet”⁸⁰.

De tal modo que, en el siglo XXI la tendencia parece nuevamente estar cambiando, puesto que las energías renovables están teniendo un realce en el portafolio energético, no solo por el encarecimiento de las energías fósiles, sino por sus efectos negativos en el medio ambiente.

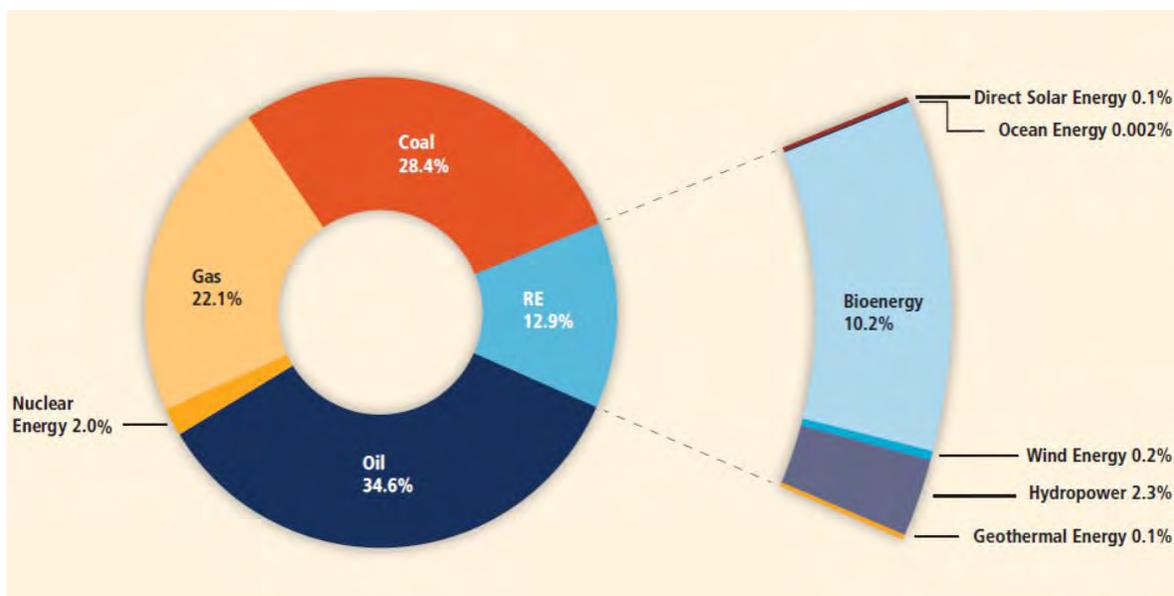
En la gráfica 2.1 se observa el predominio de las energías fósiles como energía primaria en el sistema internacional, cubren cerca del 80% de la demanda mundial: 34.6% de la energía proviene del petróleo, 28.4% del carbón y 22.1% del

⁷⁹ Para algunos especialistas, la primera y segunda revolución industrial fueron producto de fuentes de energía específicas. En la primera la base fue el carbón y en la segunda el petróleo y la electricidad. Y dudan en considerar el surgimiento de una tercera revolución, sobre todo porque el desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y el conocimiento se basan en el uso del petróleo y la electricidad. Para que realmente hubiera iniciado una tercera revolución industrial se hubiera tenido que transitar de una fuente de energía a otra, como fue la transición del carbón al petróleo.

⁸⁰ Méndez Gutiérrez, Ricardo, http://www.ign.es/espmmap/figuras_industria_bach/pdf/Industria_Fig_01_texto.pdf (Fecha de consulta: 15 de junio 2013).

gas natural. Cabe aclarar que dentro de la biomasa solo se cubre el 38% con bioenergía de bajo impacto ambiental, mientras que el resto procede de prácticas que siguen contaminando, tal como la quema de madera.

Gráfica N° 2.1
Uso de la energía a nivel mundial



Fuente: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf

2.3 Sustentabilidad en el Sistema Energético Internacional.

Es importante enunciar algunos de los problemas ambientales asociados al desarrollo industrial, en general, y al uso de energías fósiles, en particular.

Una de las problemáticas vinculadas a las energías fósiles es la contaminación atmosférica producto de la emisión de gases como: vapor de agua

(H₂O), dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (N₂O), metano (CH₄), y ozono (O₃), que se dirigen hacia la atmósfera y provocan el efecto invernadero. Este es un proceso mediante el cual los gases, retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación solar. Este fenómeno evita que la energía recibida constantemente vuelva inmediatamente al espacio en forma de radiación infrarroja, produciendo, a escala planetaria, un efecto similar al observado en un invernadero.

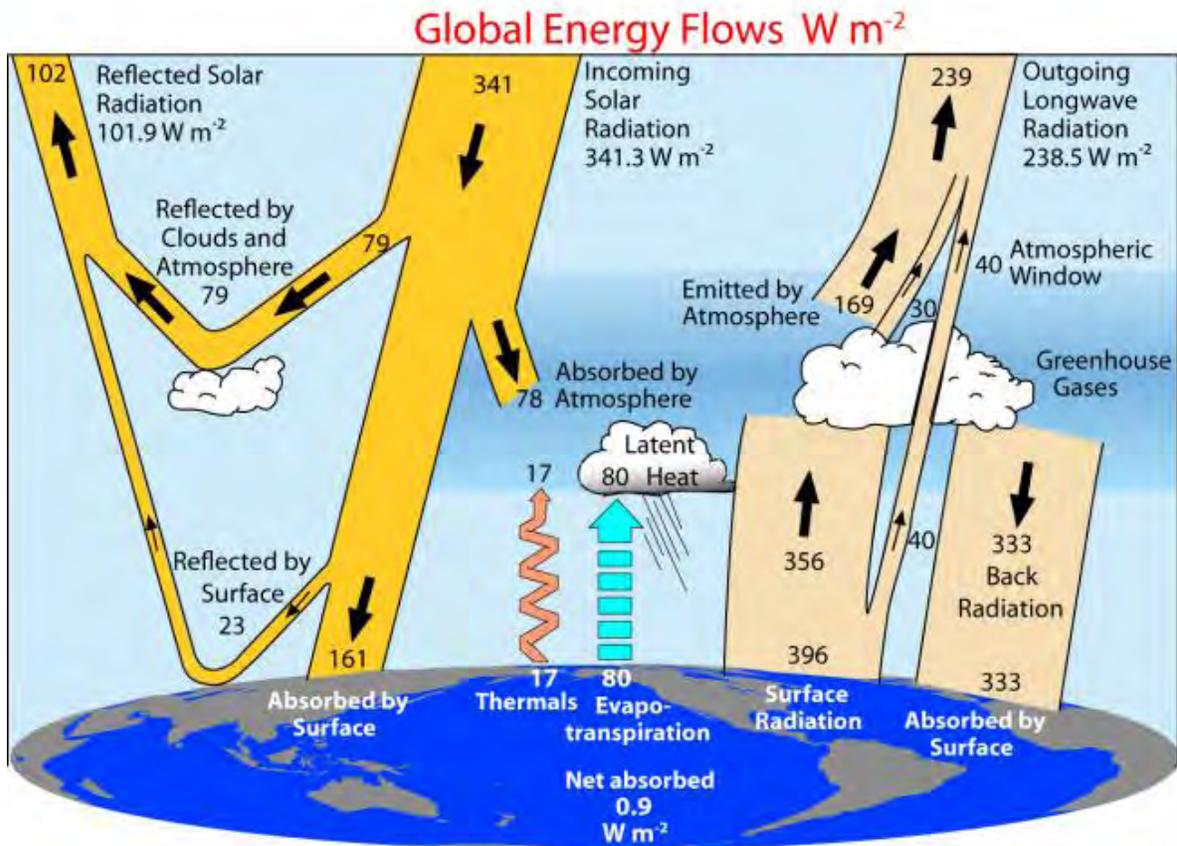
De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático: “[...] las actividades humanas han ido aumentando sustancialmente las concentraciones de gases de efecto invernadero natural, lo [está dando] como resultado, en promedio, un calentamiento adicional de la superficie y la atmósfera de la Tierra y puede afectar adversamente a los ecosistemas naturales y a la humanidad”.⁸¹

El cambio climático está relacionado directamente con las acciones del ser humano a partir de las revoluciones industriales, donde la producción en masa comenzó su auge, gracias al uso de energías fósiles como el carbón, gas y petróleo. El problema es que estas energías emiten un alto grado de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Tan solo en 2009, el sector energético mundial fue responsable por el 38% de las emisiones de CO₂. En la figura 2.1 se observa gráficamente las características del calentamiento global que tienen relación con la radiación solar, la emisión de gases contaminantes y el efecto invernadero.

Figura 2.1

Flujo de radiación solar y efecto invernadero

⁸¹ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 1992, Naciones Unidas, En: [http:// unfccc.int/files/essential_background/background.../pdf/convsp.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background.../pdf/convsp.pdf) (Fecha de consulta, 09 de Junio de 2013).



Fuente: http://www.fmf.uni-lj.si/~zagarn/GC2013/Trenberthetal_BAMS2009.pdf

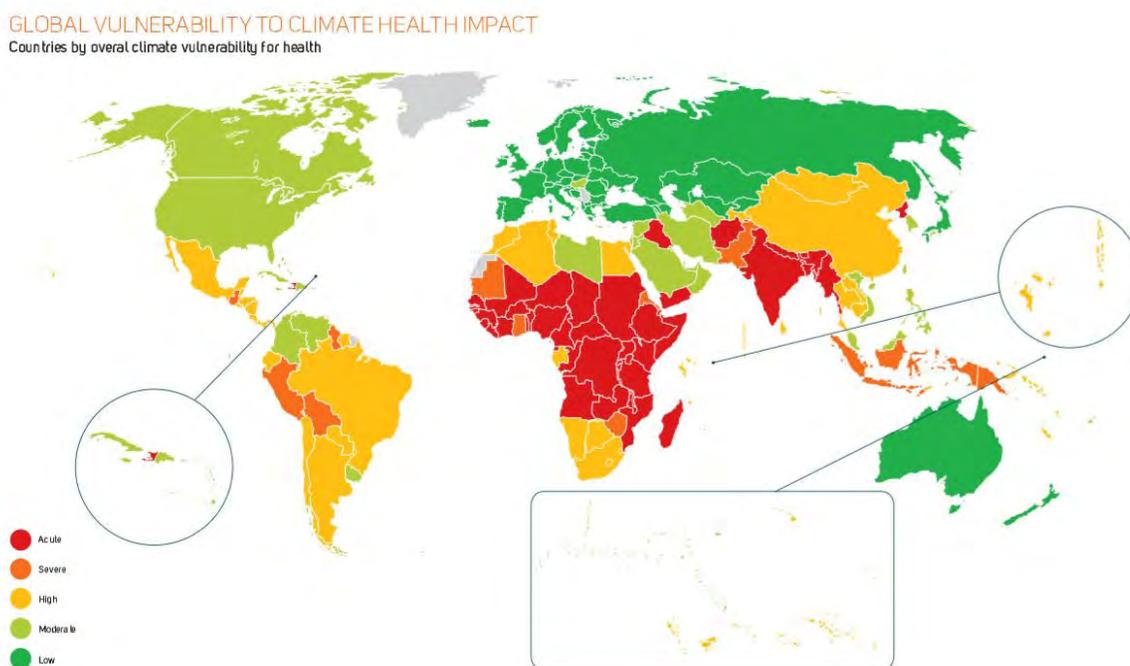
Otro de los impactos del cambio climático se manifiesta en el derretimiento de los polos. La acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, está afectando a ecosistemas y provocando unas 150,000 muertes adicionales cada año.⁸² El incremento térmico de un centígrado en el planeta, eleva la capacidad de retención de humedad de la atmósfera hasta en un 7%.⁸³ Dicha humedad se precipita a través de tormentas, ciclones tropicales, huracanes, tifones e inundaciones; este tipo de eventos se ha duplicado, en número y en intensidad, en los últimos 30 años.

⁸² Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable, En: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/r-evoluci-energetica-persp.pdf (Fecha de consulta: 06 de Mayo de 2013)

⁸³ Rifkin, Jeremy, 2012, *Op. cit.* p. 46.

Con el cambio climático las enfermedades se propagan con mayor facilidad a través del agua y aire contaminados. Según un reporte realizado por DARA el cambio climático causó en el año 2010, 350,000 muertes por año y si se sigue con el mismo sistema energético para el año 2030 las muertes por año ascenderían a 840,000.⁸⁴

Mapa 2.1 Vulnerabilidad global al impacto climático en la salud



Fuente: http://daraint.org/wp-content/uploads/2010/12/CVM_Health-Impact-Monitor.pdf

En el mapa anterior se puede apreciar que los países más afectados por el cambio climático son los del Sur, a pesar que los países occidentales (Norte) son los que más energía consumen y a su vez contaminan más.

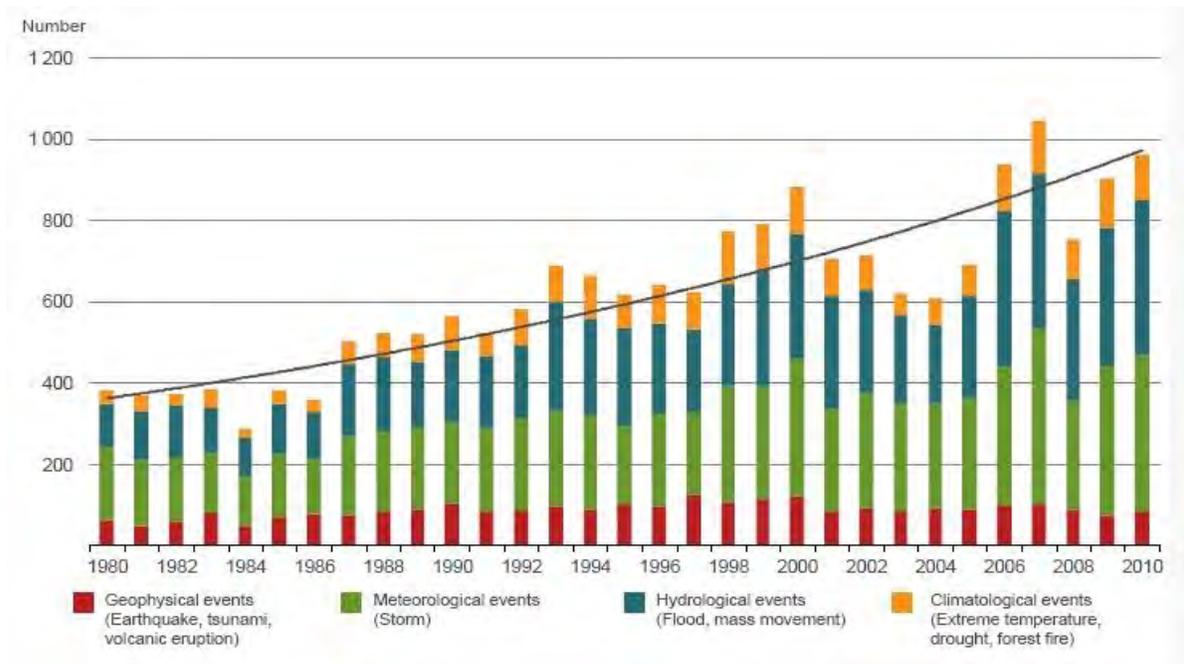
Acorde al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático⁸⁵ y el foro de expertos de las Naciones Unidas, se espera un incremento de la temperatura

⁸⁴ Climate Vulnerability Monitor – Health Impact, En: daraint.org/wp-content/uploads/2010/12/CVM_Health-Impact-Monitor.pdf (Fecha de consulta: 06 de Mayo de 2013)

⁸⁵ El IPCC fue creado en 1998 y su función consiste en analizar, de forma exhaustiva, objetiva,

mundial durante los próximos cien años de hasta 5.8° Celsius. Si se continúa con el actual sistema energético basado en el consumo de energías fósiles, la temperatura podría elevar más rápido que el aumento experimentado hasta ahora en la historia de la humanidad. Lo ideal sería establecer una política climática apoyada en los principales regímenes energéticos alternativos, con el objetivo de reducir las emisiones de carbono a nivel mundial hasta en un 50%.⁸⁶

Gráfica N° 2.2
Fenómenos naturales a nivel mundial



Fuente: <http://energyinnovation.org/2013/01/energy-innovation-publishes-paper-on-the-impacts-of-extreme-temperatures/>

abierta y transparente, la información científica, técnica y socioeconómica relevante para entender los elementos científicos del riesgo que supone el cambio climático provocado por las actividades humanas, sus posibles repercusiones y las posibilidades de adaptación y atenuación del mismo. <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/el-ipcc.php>. (Fecha de consulta: 14-jul-2013).

⁸⁶ Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable, *Op. cit.*

En la gráfica 2.2 es factible observar como a lo largo de dos décadas (1980-2000) se han incrementado los fenómenos meteorológicos, hidrológicos (tornados, huracanes, tempestades, fuertes vientos, granizadas) y climatológicos (sequías, elevación de la temperatura ambiente por encima del promedio).

Ante este panorama ha surgido la propuesta de mitigar el cambio climático a través de la implementación del desarrollo sustentable. En los últimos años los términos de sustentabilidad (o sostenibilidad) y eficiencia aplicadas al desarrollo tecnológico energético, han tenido un gran impacto en la aplicación de políticas energéticas de países productores y demandantes. En términos ambientales existe la exigencia internacional de implementar mecanismos para cuidar el medio ambiente, sobre todo frente al cambio climático, reduciendo el consumo de combustibles fósiles, y promoviendo la eficiencia energética, para producir combustible con mejor tecnología.

El término desarrollo sustentable fue usado por primera vez en 1972 en The Founex Report on Development and Enviroment y posteriormente en 1987 en la publicación de The World Commission on Environment and Development Report, donde se utiliza la definición básica de satisfacer la necesidades del presente sin comprometer la capacidad de la generaciones futuras.⁸⁷ El desarrollo sustentable se basa usualmente en un modelo de tres pilares: Economía, Medio Ambiente y Sociedad donde se reconoce una alta interdependencia entre el desarrollo y la economía. Sin embargo, en la actualidad no existe un balance entre estos tres pilares, ya que se ha priorizado el desarrollo económico a costa del deterioro del capital natural del planeta, polarizando los beneficios en las elites de países desarrollados y emergentes.

⁸⁷ Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

El desarrollo económico en la actualidad demanda una gran cantidad de energías, en su mayoría de combustibles fósiles que a su vez al ser transformados en energía liberan gases de efecto invernadero, lo que ha llevado al deterioro del medio ambiente acelerando el cambio climático. Es por eso que el desarrollo sustentable pretende un cambio en el sistema de producción y consumo, que asegure la satisfacción de las necesidades generaciones futuras. La eficiencia energética busca optimizar la producción con menor energía o consumiendo menos combustibles fósiles, al consumir menos energía se prolongan la duración de las reservas energéticas mundiales para que puedan ser utilizadas por las futuras generaciones.

Es factible argumentar que para lograr un futuro energético sustentable, la eficiencia energética juega un papel fundamental. De igual manera también hay que comprender que las energías renovables no llegarán a dominar los mercados en un futuro cercano, ya que la tecnología utilizada para transformar los recursos renovables no son costeables ni suficientes para sostener el motor económico mundial.

La existencia de energías no renovables como el carbón, el petróleo y el gas natural han sido fundamentales en el desarrollo de las revoluciones industriales, puesto que han promovido el desarrollo del capital. A la vez, los problemas ambientales a nivel natural están generando conciencia sobre la importancia de limitar el uso de hidrocarburos, e incentivar el desarrollo de energías renovables en el marco de la sustentabilidad.

2.4 Contexto energético internacional

Actualmente uno de los tópicos de mayor relevancia en la agenda internacional, es la transformación de la política internacional en la búsqueda de energía, que se caracteriza por la formación de alianzas entre países o empresas, para el control de

los recursos energéticos prioritarios, particularmente de las energías fósiles. En el escenario internacional es factible identificar a los principales países y organizaciones con poder, quienes no solo compiten por el dominio de las zonas de influencia económica y política, sino también por controlar el mercado energético internacional.

Después de que el carbón fue desplazado por el petróleo en el contexto de la producción industrial, éste ha sido objeto de disputa, sobre todo porque es un elemento fundamental en el desarrollo de los países. Y ha estado sujeto a los vaivenes de la economía. Así mientras [...] las alzas de precios de los años setenta se originaron en choques de oferta, [el alza] actual se origina en choques de demandas. China, junto con India y otros países asiáticos, responden por 58% del incremento de la demanda mundial”.⁸⁸

El petróleo es uno de los motores de la economía a nivel mundial; quien tiene el control de los yacimientos más productivos de este combustible, tiene más poder en el contexto internacional. El petróleo alimenta un porcentaje muy alto del consumo de energía del mundo, entre el 32% de Europa y Asia, hasta el 53% en Oriente Medio. En otras regiones geográficas el peso energético del petróleo es el siguiente: Sudamérica y América Central (44%), África (41%) y Norteamérica (40%).⁸⁹ Desde el primer shock petrolero en los años 70s países como Alemania, Estados Unidos, Japón o Australia, comenzaron a desarrollar programas energéticos que destacan por su alto desempeño y sustentabilidad.

El mundo en general consume 30 billones de barriles (4.8 km³) de petróleo por año, y los mayores consumidores son en su mayoría el grupo de naciones más desarrolladas. De hecho, el 24% del petróleo consumido en el año 2004 se le atribuye a Estados Unidos.

⁸⁸ Puyana, Alicia. El petróleo y el crecimiento económico. ¿un recuento de oportunidades perdidas?, *Economía informa*, Núm. 361. Nov.-Dic. 2009, UNAM, México. p. 95-111. p.97

⁸⁹ Calderón, Eduard, 2009, Construyendo alternativas: construyendo discursos en torno a la soberanía energética, *Agro-cultura*, España.

2.4.1 Compañías Petroleras Internacionales

En la década de los 60, existían siete grandes compañías multinacionales que cotizaban en la bolsa, éstas son conocidas como las “Majors” o Compañías Petroleras Internacionales (CPI). Las empresas energéticas internacionales mantienen el control de aproximadamente la mitad de la producción mundial, esto a pesar que solo tienen acceso al 23% de las reservas, únicamente un 6% es totalmente ilimitado. Entre las empresas que controlan el mercado mundial de energéticos se encuentra la Royal Dutch Shell, BP, Exxon Mobil, Chevron Corporation y Total. A continuación se comentan algunas de sus principales características.⁹⁰

La **Royal Dutch Shell**⁹¹ es una empresa de hidrocarburos anglo-neerlandesa que tiene inversiones en el sector petrolífero, gas natural, y en el refinado de gasolinas. Es una de las mayores multinacionales del mundo, y una de las cuatro más grandes del sector petrolífero junto con BP, Exxon Mobil y Total. En 2009 la revista Fortune la clasificó como la empresa con mayor caudal monetario del mundo.

En el 2005 la Royal Dutch Shell fue catalogada por “Public Eye” como la peor empresa del planeta a causa de los daños ambientales que ocasionó en el río Níger. En el 2013 volvió a ganar esta clasificación, esta vez por sus plataformas en la Antártida, lo cual perjudicaría el ambiente de este lugar, donde habitan varios animales en vías de extinción.

⁹⁰ Lepic, Arthur ¿Entregará el Irak ocupado su petróleo a las «majors» corporaciones?, <http://www.voltairenet.org/article149435.html>. (Fecha de consulta: 15 de agosto de 2013).

⁹¹ Wermer, Klaus y Hans Weiss, 2003, *El libro negro de las marcas*, Ed. Sudamericana, México. p. 278-279.

Otra empresa petrolera importante a nivel internacional es la **Exxon Mobil Corporation**⁹², fundada por la Standard Oil Company en 1889. La empresa se ha extendido entre más de 40 países de todo el mundo e incluye, entre otras actividades, la explotación, elaboración y comercialización de productos petroleros y gas natural, así como la fabricación de productos químicos, plásticos y fertilizantes. Su sede social se encuentra en Dallas, EE. UU. Durante el 2008 fue la empresa con más ingresos en ese país. En 2009 fue clasificada por la revista Fortune como la segunda empresa con mayor caudal monetario del mundo (la primera fue Royal Dutch Shell).⁹³

Entre las *Mayors* también destaca la **BP plc**, (anteriormente British Petroleum). Es una compañía de energía, dedicada principalmente a la extracción de petróleo y al gas natural, y tiene su sede en Londres, Reino Unido. Según la revista americana Forbes, ocupa el octavo puesto a nivel mundial, y es la tercera empresa privada más importante dedicada al petróleo y gas, después de Exxon Mobil y Royal Dutch Shell. BP empezó su historia en 1908 como Anglo Persian Oil Company en Irán, donde descubrió petróleo y emprendió la construcción de un complejo petrolífero y una refinería que, en los años 20, se convirtió en la más grande del mundo. Después de la nacionalización de la industria petrolera iraní por Mohammad Mosaddeq (1951) -y su posterior recuperación gracias al apoyo de la CIA - la compañía cambió su nombre a *British Petroleum (BP)*. Hoy el grupo BP es el resultado de la fusión de varias compañías del sector, entre las que destacan Arco, Amoco, Castrol y Aral. Los negocios en los que está presente abarcan la exploración de petróleo y de gas natural, refinación y comercialización de lubricantes y combustibles, gases licuados de petróleo, estaciones de servicio, etc. Asimismo BP tiene intereses en el campo de las energías renovables, principalmente a través de una filial de energía solar, que es líder en el sector solar fotovoltaico.

⁹² *Ibid.* p. 228-229.

⁹³ Guédez Mozur, Carolina, Desirée de Armas Hernández, Rosa Reyes Gil, Luis Galván Rico, 2003, Los sistemas de gestión ambiental en la industria petrolera internacional, *Interciencia*, vol. 28m núm. 9, Asociación Interciencia, Venezuela. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?33908406>. (Fecha de consulta., Noviembre, 14 2013).

Chevron Corporation es una empresa petrolera estadounidense constituida en 1911 en California, tras la disolución del *trust* Standard Oil. La empresa dispone de importantes yacimientos petrolíferos y gas natural, refinerías de petróleo y buques petroleros. Por su volumen de ventas (27,342 millones de dólares) ocupó en 1983 el undécimo lugar entre las mayores empresas industriales del mundo. En dicho año obtuvo unos beneficios de 1,590 millones de dólares. En 2009 fue clasificada por la revista Fortune como la quinta empresa con mayor caudal monetario del mundo.⁹⁴

Total S.A. o Total Fina⁹⁵, es un grupo empresarial del sector petroquímico y energético (Euronext: FP, NYSE : TOT) con sede mundial en La Défense, Francia. Su actividad se encuentra presente en más de 130 países. Los activos financieros de Total S.A. representan la mayor capitalización de la Bolsa de París y por su volumen de negocios, es la mayor empresa de la zona euro. Fundada en 1924, con el nombre de *Compagnie française des pétroles* (CFP), tiene participación mixta privada y del Estado francés, en 1985 adoptó el nombre de Total-CFP.

Tras la fusión con la compañía belga Petrofina y la absorción de Elf Aquitaine en 1999, la empresa adoptó el nombre de Total Fina S. A. y más tarde, el 22 de marzo de 2000 el de Total Fina Elf, S. A., hasta que en el 2003 decidió recuperar el nombre único de Total S. A.

Esta empresa conforma el cuarto grupo privado petrolero y gasista a nivel mundial, y la primera empresa del sector en Francia, su país de origen. Sus ramas de negocio abarcan toda la cadena de la industria petrolera: exploración, producción, prospección, refinado, distribución, trading y transporte marítimo. En el área de marketing, sus 17,000 estaciones de servicio en el mundo, le colocan como líder del mercado europeo y colíder en África.

⁹⁴ *Ibidem*.

⁹⁵ Wermer, Klaus y Hans Weiss, 2003, p. 284-285.

ENI (Ente Nazionale Idrocarburi) es una empresa energética italiana. Fue creada por el gobierno de Italia en 1953 como empresa pública, propiedad del Estado italiano y fue luego convertida en Sociedad Anónima en 1992. Posteriormente el Estado italiano fue vendiendo parte importante del capital accionario en cinco fases -entre los años 1995 y 2001- pero conservando una participación superior al 30% y manteniendo asimismo el control efectivo de la empresa, reservándose el derecho de nombrar al presidente y al administrador delegado. Actualmente, cotiza sus acciones en la Bolsa de Italia y en la Bolsa de Nueva York.

Las actividades de ENI se ubican en el sector petrolero y de gas natural, petroquímica, producción de energía eléctrica e ingeniería de construcción. ENI es una de las empresas a la vanguardia mundial en servicios de ingeniería *offshore* y *onshore*⁹⁶, para la industria petrolera.

2.5 Participación de empresas y países en el mercado energético internacional

Los gobiernos de países desarrollados y empresas transnacionales, controlan el mercado energético mundial, y se aprovechan de los países en vías de desarrollo, que al contar con gobiernos débiles y legislaciones laxas, pueden contravenir las leyes, ejercer la corrupción sobre ciertas élites políticas, evitar una alta tributación, y generar contaminación, sin penalización, durante la extracción y procesamiento de algún tipo de fuente energética.

El desafío para las empresas internacionales es acceder a los yacimientos con ciertas facilidades, las cuales han ido perdiendo, debido a una participación más conciente por parte del Estado y la ciudadanía.

⁹⁶ Offshore significa en el mar alejado de la costa y onshore sobre tierra.

A finales de los sesentas y en la década de los setentas, algunos países productores de petróleo intentaron recuperar el control de sus recursos energéticos. Dicho control tuvo un tinte nacionalista, de tal manera que a las Majors se les anularon las *joint ventures*, o concesiones, y en casos drásticos se produjeron expropiaciones. Posteriormente, en la década de los 80 y 90, época de los precios bajos de petróleo, los gobiernos de países en desarrollo volvieron a dejar las compañías energéticas en manos del capital extranjero.

Exceptuando los tratados internacionales bilaterales y regionales, que solo benefician a determinados estados o empresas, no existe ningún acuerdo internacional, para la comercialización de petróleo, carbón y gas natural, en el ámbito internacional, Sin embargo, el que haya libertad de comercio no garantiza que existan mercados perfectos. Por el contrario, en los mercados de materias primas energéticas, las distorsiones ocasionadas por carteles, oligopolios, subvenciones, los déficits institucionales, son más marcadas que en otros mercados, ocasionando fluctuaciones en el precio que afectan a la economía internacional.⁹⁷

La libertad de actuación en el mercado energético y la falta de una organización supranacional que administre la información de las reservas mundiales, crea burbujas especulativas en relación a las reservas que algunos países argumentarían tener.

El desarrollo económico mundial, que se ha basado en el crecimiento constante del Producto Interno Bruto (PIB), requiere el aumento continuo de la productividad, sobre todo en cuanto al incremento de la extracción de energías fósiles, con la finalidad de mantener o mejorar el empleo y la tasa media de ganancia y con ello evitar el colapso funcional del sistema internacional. En virtud de que las fuentes de energía no se pueden privatizar fácilmente (sol, viento), difícilmente son objeto de interés y control económico por parte de las empresas energéticas. Por

⁹⁷ Dietmar, Dirmoser, *Op. cit.*

este motivo y debido a que las energías renovables se consideran costosas, hasta ahora se han dejado en un segundo plano. A continuación se comenta el papel de algunos países y región en relación con el mercado energético.

2.5.1 Estados Unidos en el contexto energético internacional

Rusia, China, la Unión Europea y Estados Unidos son considerados los actores primordiales que marcarán la pauta en el mercado energético internacional. Dentro de esta dinámica se pueden encontrar filosofías opuestas: por un lado, una nueva política de poder, donde Estados Unidos funge como responsable de la reestructuración militar y política del Medio Este; mientras que Rusia y China proponen políticas energéticas expansivas a través de sus compañías establecidas en África y Asia Central. Por otro lado, existe una política que busca aliviar los conflictos energéticos enfocándose en la protección del medio ambiente, el ahorro de energía, la implementación de la energía renovable, mediante la cooperación internacional.⁹⁸

La ubicación geográfica internacional de yacimientos de carbón, gas natural o petróleo, ha servido para que países como Estados Unidos, Rusia, Arabia Saudita u organizaciones internacionales ejerzan influencia fuera de su territorio, a través de tratados internacionales, imposición de aranceles, vedas, e incluso guerras, para garantizar su acceso a este tipo de recursos. Esto ha requerido una importante inversión militar y una gestión geopolítica recurrente para mantener la disponibilidad de dichos recursos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, y hasta la caída del Muro de Berlín se mantenía la idea de un mundo bipolar, gobernado por dos superpotencias, la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas y Estados Unidos. En los 90, ante el

⁹⁸ *Ibíd.* p. xi

desplome de la alternativa socialista, se estableció en la jerarquía internacional, Estado Unidos como superpotencia mundial.⁹⁹

La Operación “tormenta del desierto”¹⁰⁰ de 1991 encabezada por George Bush (padre) tuvo como resultado la demostración tecno política del poderío norteamericano y el comienzo de un Sistema Internacional Unipolar, frente a sus competidores económicos (Unión Europea y Japón).¹⁰¹

Estados Unidos puede reconocerse como una superpotencia no solo porque posee, un poder político que trasciende una región y alcanza todo el sistema internacional, generando o tratando de resolver diferentes conflictos a lo largo y ancho del mundo. Sino además, porque cuenta con instrumentos y tecnología para movilizarse por todo el mundo, siendo protagonista de los conflictos en diferentes partes del mundo, decide el inicio y el término de éstos. Cuenta además con una riqueza material, recursos humanos, alto nivel de desarrollo tecnológico, así como con un poderío militar con capacidad para responder a un ataque nuclear.¹⁰²

El sistema político internacional actual se encuentra regido por la unipolaridad, relacionada con la política exterior de Estados Unidos. Aunque también se considera que la hegemonía y liderazgo norteamericano está atravesando por un proceso de deterioro constante, por lo que existe consenso, de que a nivel económico, el mundo se está transformando en multipolar.

⁹⁹ Hernández Alvarado, Diego A. 2012, Estados Unidos en el Sistema Político Internacional, *Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública*, vol. X, núm. 16, Universidad Central de Chile, Santiago de Chile., p. 113-149.

¹⁰⁰ La operación está ligada a la Guerra del Golfo Pérsico (2 de agosto de 1990 - 28 de febrero de 1991), la cual inició con una invasión realizada por una fuerza de coalición autorizada por Naciones Unidas, compuesta por 34 países y liderada por Estados Unidos, contra la República de Irak en respuesta a la invasión y anexión iraquí del Estado de Kuwait.

¹⁰¹ Molina, Franklin, 2004, Estados Unidos y la Doctrina Bush en política exterior. Visión desde América Latina, *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, vol. 10, núm. 1, enero-abril, Universidad Central de Venezuela, Venezuela, p. 59-71.

¹⁰² *Ibidem*.

En las últimas décadas la política exterior de Estados Unidos se ha dirigido a impulsar el libre comercio, promover políticas neoliberales y emprender una completa privatización sobre los sectores estatales de diversos países. De esta manera la misión primordial desde principios de la post-guerra fría ha sido construir un sistema mundial abierto a la penetración económica y al control político por parte de los Estados Unidos.¹⁰³ Particularmente, la mirada de la diplomacia norteamericana se ha dirigido hacia los factores energéticos y a la geopolítica petrolera; el interés de Washington se ha centrado en áreas clave de petróleo como el Medio Oriente (Mar Caspio).¹⁰⁴ La política internacional de Estados Unidos en esta zona se caracteriza por la imposición del orden, vía la instauración de la democracia, con el fin de tener el control estratégico del petróleo.¹⁰⁵

El petróleo es el eje de la política de guerra de Estados Unidos. Hay tres razones por las que Estados Unidos requiere de la disponibilidad de crudo:

- Consume el 25% del crudo del planeta.
- La dependencia con el petróleo importado desde Arabia Saudita corresponde al 55%; la necesidad de petróleo importado hace que la estabilidad de económica y social de Estados Unidos dependa en gran medida de factores externos.
- Con el ritmo de producción y crecimiento actual, Estados Unidos solo tiene reservas para 11 años.¹⁰⁶

¹⁰³ Bayona, Paola, *et al*, 2007, La política exterior de los Estados Unidos de América hacia América Latina en el proceso de globalización: una etapa crucial, Memorias, Año 3, N° 6. Uninorte, Barranquilla, Colombia, Noviembre, Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe, Universidad del Norte.

¹⁰⁴ Molina, *Op. cit.*

¹⁰⁵ Musalem Rahal, Doris, La política exterior de Estados Unidos en el Medio Oriente, *Política y Cultura*, núm. 10, verano, 1998, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. p. 167-183. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id26701010>.

¹⁰⁶ *Ibidem.*

2.5.2 Rusia en el mercado energético

Una parte importante en la historia del sistema energético internacional fue la disolución del gobierno central de la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), que culminó en la independencia de las quince repúblicas de la Unión Soviética entre el 11 de marzo de 1990 y el 25 de diciembre de 1991. Tras la desintegración, se pudo conocer y acceder a las reservas de Rusia y el centro de Asia, que hasta entonces no estaban disponibles, debido a los conflictos políticos de la Guerra Fría.

El nacimiento de la Federación Rusa es un factor relevante en la historia de la oferta energética internacional, ya que los yacimientos a los que no se podía tener acceso durante la Guerra Fría, se liberaron tras la instauración de un sistema económico y político más abierto. Se estima que el territorio Ruso alberga actualmente, los más grandes yacimientos de recursos energéticos.

Rusia juega un rol muy importante en el futuro inmediato como proveedor de energía de la Unión Europea y Asia. La política energética que ha desarrollado dicho país, afecta directamente la conducta de los países vecinos y del mundo, que son dependientes del suministro de gas y petróleo de dicho país. Cuenta además, con las más grandes reservas de carbón, uranio y gas, y ocupa séptimo lugar en reservas de petróleo. Rusia tiene el segundo porcentaje más alto de los combustibles fósiles en general después de los EE.UU. y muy por delante de la India, China o Arabia Saudita.¹⁰⁷

La producción de petróleo en Rusia comenzó a finales del siglo XIX, actualmente cuenta con el 16% de los recursos petrolíferos, y ocupa el segundo lugar a nivel mundial. Aun cuando Rusia tiene significativamente menos petróleo crudo que Arabia Saudita, el nivel de producción de ambas es casi el mismo. Rusia consume año con año aproximadamente 5% del total de sus reservas y no logrará

¹⁰⁷ Sascha Müller-Kraenner, 2008, *Energy Security*, Ed. Earthscan, London, UK, p. 36

tener al mismo nivel de producción aun cuando se descubra nuevos recursos.¹⁰⁸ La única manera de que Rusia pueda aumentar la exportación de petróleo, es maximizando la eficiencia energética dentro del país para consumir menos y exportar más.

La producción de gas natural en Siberia Occidental, de donde Europa obtiene sus suministros, está declinando en la actualidad. Para explotar el gas en el Ártico o en la Península de Yamal donde están los mayores yacimientos de gas a nivel mundial, y convertir estos recursos en reservas, será necesario realizar una inversión adicional a la que puede obtener Rusia por parte de empresas occidentales privadas.

Bajo la administración de Vladímir Putin, Rusia ha logrado grandes avances en el sistema energético y ha retomado el control de las empresas nacionales, entre ellas, una de las más importantes a nivel mundial: Gazprom.

Esta empresa comercial de gas, es la más grande a nivel mundial y Rusia mantiene el control de ésta con el 51% de la acciones, el resto está en manos de la banca privada. Así mismo, tiene las reservas de gas más grandes a nivel mundial y posee algunas empresas petroleras que cuentan con 116 billones de barriles de petróleo.¹⁰⁹

La región del Mar Caspio jugará un papel muy importante en la Geopolítica de la energía, sobre todo para Rusia que ha resurgido con un papel preponderante desde la llegada al poder de Vladimir Putin, ante la fragilidad económica de algunos los países miembros de la Unión Europea y con una seguridad energética dependiente respecto a Rusia. De igual manera Estados Unidos intentará intervenir en la zona, sobre todo por tensión generada con el programa nuclear iraní. Ante este panorama, solo a través de la negociación y cooperación de las naciones, se

¹⁰⁸ *Ibíd.* p. 37

¹⁰⁹ *Ibíd.* p. 39

podrán utilizar los hidrocarburos de la zona sin comprometer la seguridad energética internacional y evitar nuevas crisis mundiales.

La prospectiva del papel de Rusia en el escenario internacional se basa en sus recursos energéticos y no en el desarrollo de armas nucleares del ejército rojo. La nueva política de Rusia se concentrará en la expansión de las empresas energéticas; principalmente Gazprom. Este país figura como el principal proveedor de Europa y Asia del Este, por lo que sus políticas energéticas internas afectarán la política global en el mercado energético.

2.5.3 La Unión Europea en el Contexto Energético

La Unión Europea (UE) es uno de los sistemas económicos más importantes en el mundo, sin embargo está a merced de las políticas energéticas de países no miembros. Esto se debe a que las políticas que promueve la UE se centran en el desarrollo económico interior de los miembros. Sin embargo, la crisis europea ha marcado cambios en la política energética de la región, haciéndolo aún más vulnerable a las fluctuaciones externas, por lo cual ha comenzado a modificar su política para intentar regular el mercado a su favor. A pesar de ello no ha tenido mucho éxito en la negociación, principalmente con Rusia, principal proveedor de gas en la zona.

Un ejemplo de la importancia estratégica de las zonas productoras de petróleo, es el Mar del Norte (situado entre las costas de Noruega y Dinamarca). Después de la primera crisis del petróleo a principios de los 70's, el descubrimiento de nuevas reservas petroleras debajo del Mar del Norte, ayudaron a los países europeos a ser menos dependientes de las importaciones de los países integrantes de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). A pesar de que el petróleo del Mar del Norte era más costoso que el importado del Golfo Pérsico,

contribuyó a limitar el monopolio de la OPEP. Actualmente la producción del Mar del Norte está en declive y la mayor parte de su petróleo estará agotado para el 2020.¹¹⁰

Un ejemplo de la necesidad de mejorar las políticas energéticas en cuanto a la obtención de la energía, se manifestó en la crisis de gas natural entre Rusia y Ucrania de enero de 2009, que dejó sin abastecimiento del combustible a Europa. Por tal motivo, la Unión Europea ha enfatizado la necesidad de encontrar rutas alternativas para obtener este energético.¹¹¹ Así mismo, la dependencia del suministro de naciones no miembros, ha generado que varios de los países de la UE fomenten una política energética basada en el uso de energías alternativas.

La Unión Europea está apostando a ampliar el portafolio energético, que incluye energías fósiles y renovables. Ante el dilema Geopolítico de mercados energéticos, la estrategia que se pretende adoptar es de índole comunitario y regional.

A nivel interno busca aumentar las medidas de seguridad energética, de tal forma que si se origina una suspensión de gas por una crisis ajena a la Unión Europea, se pueda obtener la energía de otra ruta o fuente, y dirigirla hacia donde más se necesite. Este tipo de acciones buscan diversificar los proveedores de gas y no solo concentrar la demanda hacia Rusia, el mayor exportador actual de gas hacia la UE.

La Unión Europea actualmente sigue en negociaciones con Rusia, y los países de Medio Oriente y África. Será todo un reto para la UE normalizar los mercados energéticos de países no miembros, de entrada porque varias de las

¹¹⁰ Sascha Müller-Kraenner, *Op. cit.*, p.4

¹¹¹ Gutiérrez del Cid, Ana Teresa, "El proyecto Nabucco y la seguridad energética de la Unión Europea", en: <http://www.escenarios21.com/2010/0027.html#2> (Fecha de consulta: 30 de octubre de 2012).

naciones miembros se encuentran en medio de una crisis financiera. Entre las principales rutas de abastecimiento se encuentran:

“[...] el corredor intra-europeo procedente del Mar del Norte y Noruega; el procedente de Rusia a través de Turquía y Rusia; el procedente de Asia central a través de Turquía y Rusia; el que se origina en el Golfo Pérsico y llega a Europa a través de Oriente Medio y/o Turquía, para luego discurrir por el Mediterráneo o, alternativamente rodeando África; el procedente de África del Norte atravesando también el Mediterráneo; y finalmente el que transcurre por el Atlántico desde el África Occidental.”¹¹²

En la actualidad se pueden identificar dos estrategias de la Unión Europea. A corto plazo busca definir y asegurar el suministro de hidrocarburos para satisfacer la demanda. A largo plazo pretende maximizar la producción de energía a través de energías renovables. La UE es un importador neto de combustibles fósiles y su seguridad energética, en cuanto al suministro de gas, se ha visto afectada en los últimos años, por problemas políticos con Rusia y los países por los cuales pasa el suministro de gas. Una situación problemática ocurrió en Agosto del 2008, producto del conflicto entre Georgia y Rusia, motivo por el cual se suspendió el abastecimiento de gas y la UE tuvo que utilizar sus reservas, y recurrir a gestiones diplomáticas para continuar con el suministro de gas a los países afectados.

Por todos estos conflictos, la Unión Europea tiene la idea, a largo plazo, de empezar una transición energética con su plan 20/20/20, que consiste en “[...] reducir un 20% el consumo de energía primaria de la Unión Europea; reducir otro 20% las emisiones de gases de efecto invernadero; y elevar la contribución de las energías renovables al 20% del consumo”.¹¹³ Si la UE logrará a dicho objetivo se reduciría la dependencia hacia las energías fósiles de naciones externas a la UE y

¹¹² Escribano, Gonzalo, *Op. cit.* p. 86

¹¹³ La eficiencia energética en el horizonte de 2020, En: http://europa.eu/legislation_summaries/energy/energy_efficiency/en0002_es.htm (Fecha de consulta: 05 de Febrero de 2013)

la seguridad energética aumentaría, a tal grado que tendría mayor rango de maniobra política en relación con las naciones vecinas.

2.5.4 Medio Oriente, América Latina y las BRICS

Se designa a Oriente Medio o Medio Oriente a la región equivalente al sudoeste de Asia, donde se incluyen los siguientes países: Arabia Saudita, Baréin, Emiratos Árabes Unidos, Irak, Israel, Jordana, Kuwait, Líbano, Libia, Omán, Catar, Siria, Sudán y Yemen, los territorios palestinos (Franja de Gaza y parte de Jordania), y por lo general Turquía.

El Medio Oriente es una de las regiones más convulsas del mundo, ello se debe en primer término, a la implantación del Estado de Israel en Palestina, punto de partida del largo conflicto árabe-israelí, y en segundo término, a la gran riqueza petrolera que se encuentra en el subsuelo.¹¹⁴

La región ha destacado como uno de los principales suministradores de petróleo y como un actor fundamental en la dinámica energética mundial. En el 2009 British Petroleum reportó que los abastecedores en el Medio Oriente y África del Norte produjeron de forma conjunta 29 millones de barriles por día, 36% del suministro mundial de crudo. El Medio Oriente ha canalizado su producción hacia las grandes potencias para satisfacer la demanda energética de éstas. De modo que 20 millones de barriles diarios son orientados a los mercados de exportación. En el mismo periodo, Rusia, considerado el mayor productor mundial, produjo siete millones de barriles de petróleo exportable, el continente africano seis millones y Sudamérica solo un millón.¹¹⁵

¹¹⁴ Medio Oriente. www.ecured.cu/int/dex.php/Medio_Oriente. (Fecha de consulta: 6 de mayo de 2013).

¹¹⁵ Michael T. Klare, "El colapso del viejo orden petrolero: ¿Cómo finalizará la era del petróleo?", En: <http://www.escenarios21.com/2011/0066.html> (Fecha de consulta: 06 de noviembre de 2012).

Un claro ejemplo de este fenómeno es la creación de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), que fue fundada en Bagdad en 1960 en representación de los intereses de las naciones exportadoras de petróleo. Los países miembros de la OPEP producen 40% del petróleo crudo mundial. El objetivo de la organización es mantener los niveles de producción y precios a un nivel constante. Es importante recordar que esta organización mantuvo gran influencia en el mercado mundial del petróleo crudo durante los 70's y 80's.¹¹⁶

Por otro lado, en la economía internacional también figuran cinco países Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS), que destacan por ser países con economías emergentes, por su enorme población, amplio territorio (que les proporciona dimensiones estratégicas continentales), enorme disponibilidad de recursos naturales, el alto crecimiento de su PIB y de su participación en el comercio mundial, lo que los hace atractivos como destinos de inversión. Estos cinco países reúnen el 43% de la población mundial y acumulan el 25% de riqueza, generando el 56% de crecimiento económico registrado en el mundo en los últimos años.¹¹⁷ Brasil y Sudáfrica juegan también un papel importante como integrantes de los BRICS, ya que en el 2013 inauguraron en la ciudad sudafricana de Durban una cumbre, en cuya agenda de trabajo se incluyó la creación de un banco destinado a financiar proyectos de desarrollo, no solo para apoyar a los países miembros, sino con aspiraciones geopolíticas internacionales. Ante este panorama se advierte un debilitamiento de las organizaciones supranacionales, tal como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional que siguen favoreciendo los intereses occidentales.¹¹⁸

“Dentro de las pretensiones de los países, India defiende un banco que recicle los superávits presupuestarios en inversiones en países en desarrollo, mientras que a

¹¹⁶ Sascha Müller-Kraenner, *Op. cit.*, p.50

¹¹⁷ Economía internacional.

<http://www.exteriores.gob.es/portal/es/politicaexteriorcooperacion/paisesbrics/Paginas/InicioBrics.aspx> (Fecha de consulta: 3 de julio de 2013).

¹¹⁸ Reinoso José, , “Los emergentes exigen su cuota de poder” En:

http://internacional.elpais.com/internacional/2013/03/26/actualidad/1364326329_993675.html (Fecha de consulta: 28 de Marzo de 2013).

China le gustaría ver a la entidad invertir en proyectos que multipliquen el comercio. Para iniciar dicho proyecto se está considerando que cada uno de los cinco países haga una aportación inicial de 10000 millones de dólares (7,800 millones de euros). El banco de los BRICS contribuirá a las crecientes necesidades de financiación de las naciones emergentes y en vías de desarrollo para construir carreteras, puertos, líneas ferroviarias o redes de distribución de energía”.¹¹⁹

China y la India, son países que están creciendo económicamente a ritmos muy acelerados, sin embargo, su crecimiento es altamente dependiente de la importación de energía del Medio Este, Rusia y Asia Central. En consecuencia, cualquier alteración en la política energética de estas regiones afecta directamente el desarrollo de ambos países, por su consumo energético.¹²⁰

América Latina (AL) se ha caracterizado por contar con países con grandes reservas petroleras y de gas natural. En general, AL se encuentra rezagada en la aplicación de la sustentabilidad y eficiencia energética. Brasil tiene un alto desempeño sustentable al obtener 84% de su electricidad a través de la energía hidroeléctrica y el etanol de producción nacional, el cual constituye entre el 20% y 25% de cada litro de gasolina usado en transporte.¹²¹

En esta región se ha estancado la producción de energías fósiles, producto de la insuficiente inversión en el ramo. El sistema energético funciona bajo el estatus de oferta-demanda; la demanda crece año con año por el incremento en el ingreso per cápita (ingresos), y por el aumento en las tasas de población. Otro problema es que la infraestructura que abastece de energía a la población es obsoleta, cuando existen tecnologías que pueden ahorrar energía o mejorar el nivel de producción con la misma cantidad de energía.

Las perspectivas indican que la producción y el consumo de energía aumentarán en la región. En este caso es relevante que la producción siga siendo

¹¹⁹ *Ibidem*.

¹²⁰ Economía internacional, *Op. cit.*

¹²¹ Rifkin, Jeremy 2012, *La Tercera Revolución Industrial*, Ed. Paidós, Madrid, España, p. 245

mayor que el consumo, ya que varios países son económicamente dependientes de la exportación de petróleo.

Latinoamérica cuenta con el 13% de la producción de crudo mundial y con el 10% de las reservas; así como el 4% de las reservas de gas natural, con las cuales aporta 7% de la producción mundial.¹²² Las reservas petroleras están distribuidas desigualmente: de los 116 miles de millones de barriles de reservas probadas de crudo, casi el 70% se encuentran en Venezuela, 13% en México y 12% en Brasil.¹²³ De tal manera que el 5% restante se divide entre los demás países de la región, por lo cual dependen en gran medida de los recursos fósiles, lo cual es perjudicial a largo plazo. Lo ideal sería buscar fuentes de energía renovables, promoviendo un mercado atractivo para las empresas privadas que podría aportar el capital y tecnología para el desarrollo sustentable energético.

A pesar de los vastos recursos disponibles en la región, actualmente en América Latina no se están realizando las inversiones necesarias para mejorar la infraestructura y la eficiencia en la explotación de yacimientos. “Desde 2004 hasta 2006, el ritmo de crecimiento de la inversión a nivel mundial se ha acelerado: aumentó a una tasa media anual del 28%, ritmo muy superior a Latinoamérica, donde solo se ha registrado un 13%.”¹²⁴ Esto podría atentar contra la Seguridad Energética a largo plazo, ya que cuando se extrae y refina petróleo se utiliza energía; al no modernizarse las técnicas y tecnología usada durante el proceso, se está desperdiciando energía. Y al ser obsoletas las técnicas de extracción y refinación se contamina más perjudicando la seguridad ambiental.

Desafortunadamente el desarrollo económico de América Latina y el modelo energético basado en energías fósiles no cambiarán mucho en un futuro cercano. Ya que los escenarios donde prevalece el desarrollo de energías renovables se ubica en los países desarrollados que poseen la tecnología más apropiada para

¹²² *Ibíd.* p. 32

¹²³ *Ibíd.* p. 46

¹²⁴ *Ibíd.* p. 53.

generar mayor rentabilidad en su producción. Esto a pesar de que hay bastante potencial de recursos renovables en América Latina. Sin embargo existen excepciones como Brasil que ha destacado en el mercado de energías alternativas con la producción de etanol.

En este capítulo se abordaron los tipos de energía, en función de la renovación, así como la evolución del sistema energético, el cual se ha desarrollado en función del carbón y el petróleo, y recientemente, de las energías renovables.

El desarrollo económico mundial actual se basa en la producción y consumo masivo de bienes y servicios. Este sistema ha afectado el capital natural del planeta acabando con especies de flora y fauna. El desarrollo de medios de comunicación, como la internet, han ayudado a la concientización de la población mundial y al surgimiento de diversas organizaciones, que promueven el cuidado del planeta a través de un desarrollo sustentable.

La eficiencia energética y el incremento en el uso de energías renovables podrían ayudar a limitar el calentamiento global, y a conservar los ecosistemas. El encarecimiento de los combustibles fósiles y la necesidad de maximizar la producción y la eficiencia energética, han fomentado el desarrollo de tecnologías que ocupen menos energía por unidad de trabajo realizada.

En el sistema energético es determinante el papel que tienen las principales empresas transnacionales vinculadas con la producción de energía de origen fósil, no solo porque tienen o buscan el control de las principales reservas, sino también porque son las que monopolizan la producción vinculada con la petroquímica.

Se vislumbra además que la tendencia en las economías productoras es que entre más eleva el precio del petróleo, menos tienen que preocuparse por producir más, dado que continúan obteniendo jugosas ganancias con una baja producción, a la vez que a futuro preservan grandes reservas energéticas.

Potencias como Estados Unidos y Rusia se disputan la intervención de las principales fuentes de energía. Éstas por lo general se encuentran en países emergentes, los cuales son vulnerables a la injerencia de países desarrollados y empresas, que buscan ventajas comparativas para acceder y explotar sus recursos.

CAPÍTULO III

CONTEXTO DE LA POLÍTICA ENERGÉTICA EN MÉXICO

En este capítulo se abordan los antecedentes históricos de la política energética de México, particularmente la relacionada con Petróleos Mexicanos (Pemex). Como entidad pública, desde 1938, ha tenido el control de la exploración, producción y refinación de petróleo. Al mismo tiempo ha enfrentado diversos problemas, como la excesiva carga tributaria, la falta de reinversión y la reducción de sus reservas. En las últimas décadas, la política energética se ha visto afectada por un lado, por las reformas constitucionales de 1992 y 2008, que han propiciado la privatización silenciosa de la paraestatal; y por el otro, por la introducción del marco regulatorio tendiente a fomentar las energías alternativas.

3.1 Política energética de México. 1900-1980

Durante el Porfiriato (1876-1910) se permitió la entrada de capital extranjero en diversas ramas económicas, entre ellas la de petróleo. En 1905 se descubrió que México tenía grandes reservas de petróleo, lo cual determinó la política de Estados Unidos con respecto al país. En el marco del sistema energético internacional, las compañías extranjeras, principalmente inglesas y norteamericanas se disputaron el control de las reservas recién descubiertas. Las empresas que invirtieron en este rubro eran de origen holandés e inglés (Standard Oil Company y la Royal Dutch Shell) y norteamericano (Mexican Petroleum Company y el Águila). Los primeros pozos se perforaron en Tamaulipas y Veracruz. Aun cuando la producción de petróleo no era elevada (entre 1500 y 2500 barriles al día), los beneficios para el país y para los trabajadores petroleros eran casi nulos.¹²⁵

¹²⁵ Anguiano, Arturo, El impulso al capitalismo, en Colmenares, Ismael, *et al*, *Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, 2000, Ediciones Quinto Sol, México. p. 108-113.

De tal modo que durante los primeros 35 años del siglo XX, las empresas de ambos países se vieron beneficiadas por la extracción de las riquezas petrolíferas del país. Incluso se atrevieron a presionar al presidente Álvaro Obregón (1920-1924), para que no se aplicara retroactivamente el artículo 27 constitucional, evitando la expropiación de tierras y concesiones petroleras otorgadas a extranjeros antes de 1917.¹²⁶

En 1936 se suscitó un conflicto entre los trabajadores y las compañías petroleras, por la firma de un contrato colectivo de trabajo democrático (noviembre de 1936); éstos se vieron en la necesidad de recurrir a la huelga entre junio y noviembre de 1937. Para atender el problema laboral, la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje designó una comisión de expertos, la cual encontró, que diez años antes, las empresas habían recuperado su inversión, y que las ganancias de las compañías eran suficientes para proporcionar a los trabajadores, salarios y prestaciones dignas.

Las empresas extranjeras no acataron la obligación de reconocer las leyes mexicanas cuando se rehusaron a aceptar la decisión de la Suprema Corte de Justicia, que daba la razón al Sindicato de Trabajadores Petroleros, en relación a sus demandas de aumento salarial y una mayor participación en la toma de decisiones en la administración de la industria.¹²⁷ La negativa de las empresas fue interpretada como una transgresión a la soberanía nacional. Esto llevó al presidente Lázaro Cárdenas a nacionalizar el petróleo el 18 de Marzo de 1938, y consecutivamente, el 7 de junio de 1938, a crear Petróleos Mexicanos (Pemex).¹²⁸ La expropiación del petróleo fue un acto político y de soberanía ante las empresas petroleras extranjeras que controlaban la producción y venta del crudo.

¹²⁶ Alperovich, M. S. y B. T. Rudenko, 2001, Minería y petróleo: penetración imperialista, en Colmenares, Ismael, *Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, Tomo I, Ediciones Quinto Sol, México. p. 49-53.

¹²⁷ Shulgosxki, Anatol, 2001, La expropiación petrolera, en Colmenares, Ismael *et al*, *Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, 2000, Ediciones Quinto Sol, México. p. 150-162.

¹²⁸ Rousseau, Isabelle, 2010, *América Latina y petróleo: los desafíos políticos y económicos de cara al siglo XXI*, Ed. El Colegio de México, D.F. México, p. 248-249.

A partir de este periodo histórico, el desarrollo de la industria petrolera mexicana se basó en dos factores: la legislación del artículo 27 constitucional, que le daba un contenido global y la expropiación petrolera de 1938, que inició el proceso de construcción de la industria nacional con un arreglo institucional particular.¹²⁹ El artículo 27 de la Constitución de 1917, en su párrafo cuarto (hasta diciembre de 2013) indicaba que a la nación le corresponde el dominio directo de todos los recursos naturales, incluyendo los recursos de subsuelo, el dominio del petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos; y el espacio situado sobre el territorio nacional, en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional. Con ello se generó un tipo de derecho sobre los recursos naturales, que pasaron a ser propiedad y soberanía de la nación, y sentó las bases del monopolio del Estado sobre la industria petrolera. De igual manera, los derechos de extracción, refinación, almacenamiento, transporte y distribución del petróleo y los hidrocarburos quedaron bajo el control del Estado.

Desde ese momento, Pemex jugó un papel importante en el mantenimiento del pacto social priista, además de ser un instrumento que permitió al Estado organizar la industria petrolera y gasera, incluyendo al sector minero e industrial. Al mismo tiempo, se estableció un marco legal que abarcó todas las actividades del sector. Los trabajadores afiliados al Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM), eran los únicos que poseían la experiencia necesaria para desarrollar la industria petrolera nacional. Con la nacionalización, a los trabajadores se les concedió una participación significativa en la administración, de tal forma que podían intervenir en las contrataciones y la asignación de sueldos, y contar con una amplia representación en el Consejo de Administración de Pemex (5 de 11 miembros), de este modo, controlaban casi la mitad de los contratos que organizaba la paraestatal con compañías privadas.¹³⁰

¹²⁹ *Ibíd.* p.246

¹³⁰ *Ibíd.* p. 251-252.

En el caso de México se pueden identificar tres etapas esenciales de la política industrial aplicada al sector petroquímico: “[...] la primera de despegue y consolidación de la industria química y petroquímica que va de 1950-1973; la segunda caracterizada por el acelerado crecimiento de la industria química que se dio de 1973 hasta 1981; y por último la etapa que se conoce como apertura comercial ubicada de 1983 a la fecha”.¹³¹ Cabe recordar que las industrias química y petroquímica son básicas para la industria de los alimentos, vestido, comunicaciones, transporte, recreación, educación, productos de consumo cotidiano, en suma, son esenciales para el desarrollo de numerosas cadenas productivas.

En el periodo que va de 1950 y 1973 el desarrollo económico del país se basó en una economía de sustitución de importaciones, y Pemex jugó un papel fundamental, ya que aportó energía barata y autosuficiente para el país, de tal modo que propició:

[...] el desarrollo industrial de algunos sectores clave de la economía como la agricultura (a través de los fertilizantes), el transporte y ramas completas de la industria; sin embargo, Pemex pronto se convirtió en una empresa deficitaria, con precios de sus productos no acordes a los precios vigentes en el mercado internacional. Por tal motivo, Pemex vio la reducción progresiva de su capacidad de autofinanciamiento y para los años setenta la falta de capacidad productiva de la paraestatal llevó por primera vez a México a importar petróleo”.¹³²

En 1958 se inició la reglamentación del sector petroquímico, dividiéndola en petroquímica básica y secundaria. La primera incluyó los insumos que provienen de la extracción y refinación del crudo; y la segunda, los productos derivados de los procesos subsecuentes a la refinación del petróleo. “En esta regulación se estableció que la extracción, refinación y producción de petróleo y gas natural

¹³¹ Chávez Presa, María Flor Lilia, 2009, Implicaciones de las reformas energéticas de 1973-2008. Naturaleza y régimen fiscal de PEMEX. *El Cotidiano*, núm. 157, septiembre-octubre, 2009. P. 49-58. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México. p. 50.

¹³² *Ibíd.* 51

estarían reservados en forma exclusiva al Estado por medio de Petróleos Mexicanos (Pemex)".¹³³ Bajo el amparo de la ley, la paraestatal dominó casi en su totalidad la producción de petroquímicos en México en ese periodo.¹³⁴

Entre 1973 y 1975 se originó una aguda escasez de materias primas necesarias para la elaboración de productos químicos y petroquímicos. Sin embargo, la política en este sector dio un giro a partir de 1977 con el descubrimiento de importantes yacimientos de petróleo en los estados de Chiapas y Tabasco. Particularmente, en el estado de Campeche, en 1971, se descubrió, uno de los campos petroleros más grandes del mundo (Cantarell), el cual ha producido cerca de 15 mil millones de barriles. Cantarell alimentó la percepción de que sería factible alcanzar el crecimiento económico pues daría recursos para promover la modernización. También renovó la relevancia México en relación con la seguridad energética de Estados Unidos.¹³⁵

A partir de 1979 la economía se vio impulsada gracias al campo Cantarell, como principal fuente de producción. En dicho año, Pemex alcanzó a producir la cifra de 29 mil millones de barriles de petróleo, de los cuales Cantarell aportó 13 mil millones, es decir, el 45%. "Cantarell permitió, elevar la producción de crudo entre 1974-2008 al 14.5% anual, muy por arriba de la tasa registrada entre 1950 y 1974 (7.1% anual) y mucho más que el crecimiento del PIB".¹³⁶ La comodidad creada por la gran producción de Cantarell hizo que no se prestara atención a la exploración y desarrollo campos adicionales.

Con los nuevos descubrimientos se dio pie a que la política del sector de hidrocarburos se orientara a la exportación masiva de crudo, lo que generó la "petrolización" de la economía. El petróleo se convirtió en un instrumento de

¹³³ *Ibidem.*

¹³⁴ *Ibidem.*

¹³⁵ Puyana, Alicia. El petróleo y el crecimiento económico. ¿un recuento de oportunidades perdidas?, *Economía informa*, Núm. 361. Nov.-Dic. 2009, UNAM, México. P. 95-111.

¹³⁶ Puyana, Alicia, *Op. cit.* p. 101

financiamiento al ser una garantía ante los préstamos internacionales, alentando el endeudamiento tanto de Pemex como del país. Así en 1982, la deuda externa del país alcanzó los 100,000 millones de dólares.¹³⁷ [...] con el objeto de financiar el servicio de la deuda externa y el gasto público, la paraestatal fue sujeta a una rigurosa carga fiscal que llegó a ser casi del 80% de sus ingresos por ventas”.¹³⁸

3.2 Política energética de México. 1981-2006

Entre 1938 y 1992, los principales pozos petroleros se ubicaron en los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche y Chiapas. En este último año, Pemex contaba con 474 campos productores, 74 de ellos estaban a más de 90% de su producción.¹³⁹

A partir de la incorporación de México, en 1986, al General Agreement Trade and Tariffs (GATT), la industria en general experimentó grandes presiones por parte del mercado y la competencia internacional. El rezago de la planta industrial ocasionó que la balanza comercial de diversos productos, como los petroquímicos fuera deficitaria.

En el sexenio de Salinas de Gortari comenzó la reorganización administrativa de Pemex. En esa etapa histórica, varias empresas petroleras de países como Argentina¹⁴⁰ y Bolivia se privatizaron, mientras que países como Brasil, Venezuela y Colombia optaron por abrir segmentos al capital privado. A pesar de la tendencia internacional, México mantuvo el estatuto público de la empresa como monopolio,

¹³⁷ Chávez Presa, María Flor Lilia, *Op. cit.*

¹³⁸ *Ibid.* p. 52

¹³⁹ Pemex. www.ref.pemex.com. (Fecha de consulta: 7 de julio de 2013).

¹⁴⁰ En el caso de Argentina, fue una política inadecuada, ya que en la crisis de 2001 cuando la nación quiso hacer frente a sus 148 millones de dólares de deuda con sus acreedores, los organismos internacionales consideraron que el país no tenía cómo garantizar el pago de los nuevos préstamos, puesto que el gobierno neoliberal de Menem había vendido todas las propiedades del Estado. Vargas Mendoza, José, El endeudamiento de Pemex y su rol en las transformaciones mundiales. *El Cotidiano*, núm. 177, enero-febrero, 2013. UAM, México. p. 69-78). Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?=32527004008>. (Fecha de consulta: 13 de diciembre de 2013).

pero se buscó cambiar el marco institucional para involucrarse con la lógica del mercado.

Con el argumento de potenciar el desarrollo de la industria petroquímica y elevar la inversión en Pemex, el gobierno de Carlos Salinas de Gortari inició la “privatización silenciosa” de la paraestatal, a través de la creación de la Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (1992), que estableció la subdivisión de Petróleos Mexicanos en cuatro empresas subsidiarias, las que serían coordinadas por un corporativo. Esto derivó en la creación de Pemex exploración y producción, Pemex refinación, Pemex gas y petroquímica básica y Pemex petroquímica.¹⁴¹

Con ello se introdujo una gestión en líneas de negocio, intentando descentralizar el poder dentro de la empresa. También se buscaba separar unidades funcionales de las deficitarias, además de generar cierta competencia entre las subsidiarias. De igual manera se aprobaron diversas leyes, reglamentos y nuevas instituciones generales, tal como la Ley Federal de Competencia Económica y la Comisión Federal de Competencia, a nivel sectorial, la Comisión Reguladora de Energía. Paralelamente se promovió la internacionalización de la industria, con la creación de Pemex Comercio Internacional, S.A. de C.V., encargada de las importaciones y exportaciones de crudo y derivados en el mercado internacional, y de lidiar con los problemas de la volatilidad del mismo mercado.¹⁴²

Posteriormente, usando como pretexto la carencia de inversiones en Pemex y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), “[...] el gobierno de Zedillo envió en 1995 al Congreso de la Unión una iniciativa de reforma que adicionó un párrafo al artículo 18 de la Ley General de Deuda Pública para incorporar la figura de inversión financiada a largo plazo, que dio lugar a los llamados Pidiregas (Proyectos de

¹⁴¹ Vargas Mendoza, José, *Ibid.*

¹⁴² Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* 263-264.

Inversión Diferidos en el Registro del Gasto)”¹⁴³ Con esta reforma se estableció que los particulares podían financiar la infraestructura eléctrica y los trabajos de exploración, producción y refinación de hidrocarburos que beneficien a CFE y Pemex. La idea era que los proyectos fueran autofinanciables, sino lo eran, el gobierno federal cubriría el costo financiero de esa inversión con recursos públicos. En caso de que quebrara la empresa privada, también estaba obligado a responsabilizarse del proyecto; de tal modo que ésta no asumía ningún riesgo financiero y recibía financiamiento por ejecutar los proyectos.

En el sexenio de Vicente Fox, específicamente en el 2002 se crearon los Contratos de Servicios Múltiples (CSM), es decir, contratos de obra pública para explotación de gas natural, mediante los cuales se entregaba una zona gasera a una empresa privada para su exploración y explotación hasta por 20 años. Pese a que el artículo 27 constitucional prohibía esos contratos en la explotación de petróleo y gas, Pemex empezó a licitarlos desde julio de 2002. En el 2003 la primera empresa en ganar esas licitaciones fue la petrolera española Repsol, a la que le fue adjudicado el bloque Reynosa-Monterrey, donde las reservas probadas de gas natural se calculan en 57 mil 800 millones de pies cúbicos.¹⁴⁴ Para intentar sanear la deuda contraída con Piridegas el Congreso aprobó en noviembre de 2005 modificaciones al régimen fiscal de Pemex.

3.3 Política energética de México. 2007-2013

México ha sido reconocido como gran productor de petróleo a nivel mundial, sin embargo, es evidente que en la industria energética nacional existen diversas dificultades, lo cual condujo a diversos especialistas a emitir propuestas para limitar los problemas por los que ha pasado el sector.

¹⁴³ Vargas Mendoza, José, *Op. cit* p. 70

¹⁴⁴ *Ibid.* p.72.

De modo que el 14 de septiembre de 2007, se estableció una reforma que incluyó una disminución gradual de la tasa de derechos de Pemex (Ley de Derechos en Materia de Hidrocarburos): de 79% al 71.5% en un periodo de 5 años (2008-2012). Lo cual permitiría ahorrar a Pemex un promedio de 6,000 millones de dólares, así como contrarrestar el declive de producción Cantarell. De igual forma se modificó el pago de derechos para el Fondo de Estabilización de los Ingresos Petroleros, propiciando una nueva distribución de los excedentes para la infraestructura de Pemex. Dentro de esta misma reforma se creó un Fondo para estimular la investigación de energías renovables, maximizar la producción de hidrocarburos y formar recursos humanos.¹⁴⁵

El 28 de octubre de 2008 fueron aprobados en el Senado de la República siete dictámenes de ley que conformaron una de las reformas energéticas más importantes hasta ese momento. De los siete dictámenes que se aprobaron, cinco de ellos estaban destinados a actualizar y mejorar la industria petrolera. Sin embargo, la reforma ha sido catalogada por varios analistas de insuficiente, por los desafíos que ha enfrentado la industria petrolera mexicana.

Un avance que se logró dentro de la reforma de 2008 fue una participación más activa por parte de la Auditoría Superior de la Federación (ASF), la eliminación de los Piridegas y del superávit primario, así como una mayor autonomía de Pemex respecto a Hacienda.

Se pueden identificar tres ejes relacionados con esta reforma: en el primer eje enfocado a lo administrativo, destaca la eliminación de la apertura del transporte, la distribución y el almacenamiento. En el segundo eje, orientado a la administración del sector energía, señala la creación de la Comisión Nacional de Hidrocarburos. En el último eje se modifica principalmente la Ley de Obras Públicas.¹⁴⁶

¹⁴⁵ Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* p.259

¹⁴⁶ *Ibíd.* p. 288

Es importante destacar la creación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (28 de noviembre de 2008), la cual amplió las atribuciones de la Secretaría de Energía (Sener), y creó el marco jurídico para eficientar el despliegue de las energías renovables.

Pemex pensaba otorgar 2 mil 727 contratos a empresas nacionales y extranjeras hasta el 2012, lo que representaba una derrama económica de 431 mil 329 millones de pesos, la más alta en la historia de la industria petrolera mexicana.

Del total de contratos a asignar, 657 se otorgarían por adjudicación directa, sin mediar licitación alguna, aprovechando el nuevo esquema de contratación que surgió de la reforma energética de 2008; estos contratos tuvieron un valor de casi 104 mil millones de pesos, según dio a conocer el funcionario Carlos Morales Gil, director de Pemex Exploración y Producción (PEP), a empresarios de la industria de la construcción.¹⁴⁷

Con la reforma del 2008 no se modificó la carga fiscal que ha pesado sobre Pemex, de modo que gran parte de la renta petrolera siguió pasando a manos de gobierno, sin la oportunidad de reinvertir en la industria, lo cual ha influido en los rezagos que enfrenta la paraestatal.

La reforma permitiría intensificar las actividades de exploración en áreas complejas, como el caso de Chicontepec, y en aguas profundas, dando la posibilidad de agregar reservas al país.

Los campos jóvenes como Ku Maloob Zaap (descubierto en el 2002, en la Sonda de Campeche) y el Chicontepec-tres, han venido a compensar la baja productividad de Cantarell.¹⁴⁸ La concentración de la producción nacional en los

¹⁴⁷ "Pemex aprueba gasto récord: 431, 329 mdp en 2,727 contratos", 2011, en *Energía hoy* no.90, septiembre 2011 p. 8.

¹⁴⁸ Rousseau, Isabelle, *Op. Cit.* p. 241

campos Cantarell y Ku-Maloob-Zaap fue de aproximadamente 65% del total en 2007.¹⁴⁹

Por otra parte, como las amortizaciones de los Pidiregas habían llegado a niveles similares a los requerimientos de inversión pública de la paraestatal, y en virtud de que habían contribuido a aumentar la deuda externa de la paraestatal, el Congreso de la Unión tomó la resolución en 2009, de desaparecer de Pemex el esquema de los Pidiregas, (no así para la Comisión Federal de Electricidad).

Para remplazar a los Pidiregas se creó un nuevo instrumento de financiamiento de obras de infraestructura: los Contratos Integrales de Petróleos Mexicanos o Contratos Incentivados, que se otorgan para explotar campos maduros hasta por 30 años. En este caso, la iniciativa privada realizaría los servicios de evaluación, desarrollo y producción de hidrocarburos.

3.4 Marco regulatorio vinculado a las energías alternativas (2007-2012)

Como es bien sabido la Política Energética en México está enmarcada en los planes sexenales elaborados por la Administración del Presidente en turno. En este contexto corresponde al Estado elaborar las adecuaciones necesarias en materia energética para obtener el mayor provecho de los recursos disponibles asegurando un suministro confiable y atender los compromisos contraídos con terceros¹⁵⁰.

El sistema energético nacional está vinculado primordialmente a dos instituciones fundamentales, por un lado, Petróleos Mexicanos (Pemex), y por el otro, la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Sin embargo, durante el gobierno

¹⁴⁹ Estadísticas Destacadas del Sector Energético, En: <http://www.sener.gob.mx/res/380/Prontuario.pdf> (Fecha de consulta: 12 de Junio de 2013).

¹⁵⁰ Cabe señalar que la información de este apartado se obtuvo de los cinco informes de gobierno de Felipe Calderón Hinojosa. En <http://calderon.presidencia.gob.mx/informe> (Fecha de consulta: agosto a diciembre de 2013).

de Felipe Calderón Hinojosa (FCH), se fomentó la publicación de leyes, reglamentos y programas tendientes a impulsar la producción y consumo de energías alternativas.

En relación al tema de energía (hidrocarburos y electricidad) en los informes de gobierno de FCH, se identificó como uno de los objetivos era asegurar un suministro confiable, manteniendo la calidad y los precios competitivos de los insumos energéticos que demandan las industrias, así como fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía y los biocombustibles. En este sentido, la política energética se vinculó con planes y programas, así como nuevas leyes que promueven el tránsito hacia las energías renovables.

Para mitigar cambio climático, se tuvo como objetivo reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en base a la estrategia de impulsar la eficiencia y tecnologías limpias (incluyendo la energía renovable) en la generación de energía.

Durante el 2007, destaca el acuerdo de cooperación trilateral México, Canadá y Estados Unidos que tuvo por objeto de fomentar el uso energías limpias, se incluyen los biocombustibles, hidratos de gas, hidrógeno, así como la captura y almacenamiento de carbono. También se buscó incentivar la investigación relacionada a la energía eólica. Se creó un instrumento jurídico para la promoción y desarrollo de los bioenergéticos. Los fondos sectoriales van dirigidos a la producción de petróleo y a las energías alternativas.

Entre los cambios legislativos relacionados con energías alternativas destacan los siguientes: en febrero de 2008 se aprobó la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, posteriormente, en noviembre de 2008 se publicó la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición energética, cuya Ley reglamentaria se aprobó en septiembre de 2009. También se suscribió la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (noviembre de 2008), con el propósito contribuir a la diversificación energética y

apoyar el desarrollo de energías amigables con el medio ambiente. Se promovió el Proyecto de Servicios Integrales de Energía con el objetivo de impulsar la electrificación rural con base a las energías renovables.

Todas estas leyes contribuyeron a crear el marco jurídico necesario para poder expandir el mix energético y fomentar la inversión en rubros diferentes al petróleo y al gas natural. Además se iniciaron dos programas, el primero denominado Programa de sustitución de electrodomésticos para el ahorro de energía, con el fin de contribuir a la eficiencia energética. El segundo llamado Programa de luz sustentable, cuyo objetivo fue sustituir lámparas incandescentes tradicionales por lámparas fluorescentes. A través del programa se distribuyeron entre la población 45.8 millones de focos ahorradores, con lo que se planeó evitar la emisión de 1.4 millones de toneladas de bióxido de carbono, a su vez ahorrar en el consumo de energía eléctrica de hasta 2 mil 048 gigawatts-hora al año.¹⁵¹

En el 2009 tuvieron lugar diversos hechos que modificaron la política energética nacional. El 11 de octubre de 2009, el Ejecutivo Federal, expidió el “Decreto por el que se extingue el organismo descentralizado Luz y Fuerza del Centro”. Se instrumentaron varias de las leyes promovidas en el año previo, a través de foros (Foro global de energías renovables, en León, Guanajuato), programas (Programa especial para el aprovechamiento de las energías renovables 2009-2012, el Programa nacional para el aprovechamiento sustentable de la energía 2009-2012, Programa de promoción de calentadores solares de agua) y reglamentos relacionados con energías renovables y la sustentabilidad energética.

Un objetivo del gobierno de FCH fue promover la transición energética para reducir la dependencia con respecto a los combustibles fósiles, así como los efectos del cambio climático. Además se incentivaron diversos proyectos geotérmicos (Humeros II) y eólicos. Particularmente, la CFE y 11 empresas privadas destinaron

¹⁵¹ SENER, “Luz Sustentable concluyó satisfactoriamente y en tiempo récord, su segunda etapa”, En: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2296> (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2013).

300 millones de dólares en la creación de infraestructura para generar y transmitir energía eléctrica proveniente de la fuerza del viento (Venta II, Oaxaca II, III y IV).

En diciembre de 2010, México fue sede de dos eventos internacionales relacionados con el cambio climático, de éstos se extrajeron compromisos importantes: Decimosexta Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y de la Sexta Conferencia de las Partes del Protocolo de Kioto. La Sener otorgó 18 permisos para la producción y comercialización de bioenergéticos del tipo etano anhidro y biodiesel. A la vez, se desarrolló un programa de eficiencia energética a nivel municipal, y se continuó con la sustitución de electrodomésticos y equipos.

De lo anterior se vislumbra que el interés del gobierno de FCH, en relación con la energía, estuvo vinculado a promover cambios en la legislación, como la reforma energética del 2008, y la creación de leyes, tendientes a fomentar la producción de bioenergía y la energía eólica. Los programas a nivel micro, se limitaron al intercambio de electrodomésticos y focos, y a nivel institucional, al uso de tecnologías limpias y eficiencia energética en Pemex, CFE y los municipios.

3.5 Oferta y demanda energética en México en la última década

La oferta y la demanda interna de un país influye en la cantidad en que determinado producto o materia prima que puede ofertar en el mercado internacional. Las naciones productoras satisfacen primeramente su demanda interna, una vez que se asegura un autoabastecimiento y reservas continuas, se venden los excedentes a otros países.

En el caso de México el consumo energético por usuario ha aumentado, año con año, por el incremento en el uso de la tecnología, medios de transporte, electrodomésticos, medios de comunicación (radio, televisión, celulares, computadoras, etc.), es decir, un conjunto productos y servicios que demandan

energía. En el cuadro 3.1 se aprecia que el incremento de la población en México va a la par con el aumento en el consumo energético individual. Entre 2003 y el 2011 el consumo por habitante aumentó 19%, mientras que la población en el mismo periodo se incrementó en un 7%. A su vez el consumo per cápita de energía se elevó 14%.

La demanda energética no solamente está en relación con el incremento de la población del país, sino también en función del ingreso per cápita de cada ciudadano, que incide en su capacidad para adquirir bienes de consumo que funcionan con energía. Ante esta situación y con la actual tendencia tecnológica, México se enfrenta al problema de no ser autosuficiente en todos los rubros energéticos como el de las gasolinas y el gas natural. Pues ante la declinación de las reservas petroleras, se tendrán que buscar nuevas opciones de inversión, como las energías renovables, para abastecer la demanda de manera eficiente y limpia.

En el cuadro 3.1 se observa la relación entre el crecimiento de la población a nivel nacional, en México, y el aumento en la demanda de energía. De modo que entre el 2003 y el 2011 la población se incrementó en un 7%, mientras el consumo nacional de energía se elevó en un 19%, ello puede ser resultado del aumento del uso de aparatos eléctricos y electrónicos que consumen energía.

En el 2011, las fuentes fósiles de energía participaron con el 80% de la producción de energía, mientras que las tecnologías no fósiles aportaron el 20%. Por tipo de combustible, el gas natural ha mostrado el mayor dinamismo en los últimos años, tanto en el aumento de la capacidad instalada como en su aportación a la generación total. La participación del gas natural pasó de 17% en el año 2000 a 50% en el 2011. Esto significó un crecimiento promedio anual de 13.2%. Al mismo tiempo, la participación del combustóleo disminuyó de 48% en 2000 a 16% en 2011, es decir, hubo un decremento promedio anual de 7.1%.¹⁵²

¹⁵² En: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/ENE_2012_2026.pdf. (Fecha de consulta: 6 de julio de 2012).

Cuadro 3.1
Consumo nacional de energía por habitante

	2003*	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Consumo nacional de energía (petajoules)	6,828.8	7,156.5	7,811.3	7,862.1	7,963.9	8,225.7	8,197.0	8,071.8	8,399.0
Población nacional (millones de habitantes)*	102.0	103.0	103.9	104.9	105.8	106.7	107.6	108.4	109.2
Consumo per cápita de energía (GJ/hab.)	66.9	69.5	75.1	75.0	75.3	77.1	76.2	74.5	76.9

* Población al 31 de diciembre de cada año.

Fuente: Sistema de Información Energética, Elaboración propia con información de Consejo Nacional de Población (Conapo). México.

En el cuadro 3.2 se observa que en el 2011, por el tipo de empresa, México ocupaba el cuarto lugar en la producción de petróleo a nivel mundial, superado por algunas empresas de Arabia Saudita, Irán y Venezuela. Tras trece años de ser el tercer productor, Pemex cedió su lugar a la empresa venezolana Petróleos de Venezuela S. A. (PDVSA), según datos de la propia paraestatal y de Energy Intelligence Group (PIW Ranking 2011). En el documento citado, se indica que Pemex invirtió, en el mismo año, cerca de 167 mil millones de dólares en la extracción del crudo, monto que las autoridades consideran el más alto de la historia petrolera mexicana. En la actualidad, Pemex ha regresado a los niveles de producción de 1997 debido a la declinación de las reservas nacionales.¹⁵³

¹⁵³ “Venezolana desbanca a Pemex como tercer productor de crudo”, en *Energía hoy no.90*, septiembre 2011 p. 10

Cuadro 3.2

Producción de barriles diarios por empresa y país

Empresa	País	Millones de barriles diarios
1. Saudi Aramco	Arabia Saudita	9,713
2. NIOC	Irán	4,216
3. PDVSA	Venezuela	3,170
4. Pemex	México	3,157
5. CNPC	China	2,760
6. BP	Reino Unido	2,535
7. KPC	Kuwait	2,500
8. INOC	Irak	2,482
9. Exxon Mobil	Estados Unidos	2,387
10. Rosneft	Rusia	2,182
11. Petrobras	Brasil	2,112
12. Chevron	Estados Unidos	1,872
13. Sonatrach	Argelia	1,684
14. Royal Dutch Shell	Reino Unido/Holanda	1,680
15. ConocoPhillips	Estados Unidos	1,616

Incluye líquidos del gas.

Fuente: Energy Intelligence Group. PIW Ranking 2011 (Febrero de 2011), Elaboración propia con información de 2009 y de Petróleos Mexicanos.

La tendencia a la baja se debe, en gran medida, a que desde 2004 ha venido disminuyendo la producción de Cantarell, su principal fuente de hidrocarburos. De modo que, de una cifra máxima de 2,210 millones de barriles diarios (Mb/d) en 2003, cayó a 1,051 Mb/d en junio de 2008; con una declinación de 47% en dicho

periodo.¹⁵⁴ En marzo de 2013 Cantarell participó solamente con 17% de la producción nacional, con la cifra de 448,4 Mb/d.¹⁵⁵

La capacidad de abastecimiento para cubrir la demanda energética en México, es un caso contradictorio, ya que por un lado, la producción de petróleo crudo del país permite vender los excedentes al extranjero; mientras que por el otro lado, la capacidad de refinación se ve rebasada por la demanda de productos procesados como las gasolinas, por lo que el país se ve obligado a importar gasolina y gas LP para cubrir la demanda interna.

La industria mundial de hidrocarburos líquidos clasifica el petróleo de acuerdo con su densidad API (parámetro internacional del Instituto Americano del Petróleo) (Ver cuadro 3.3).

Cuadro 3.3
Tipo de petróleo

Petróleo crudo	Densidad (g/ cm3)	Densidad grados API
Extrapesado	>1.0	10.0
Pesado	1.0 – 0.92	10.0 – 22.3
Mediano	0.92 – 0.87	22.3 – 31.1
Ligero	0.87 – 0.83	31.1 – 39
Superligero	< 0.83	> 39

Fuente: <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=tipos>. (Fecha de consulta: 11 de diciembre 2013).

Para exportación, en México se preparan tres variedades de petróleo crudo: Itsmo: Ligero con densidad de 33.6 grados API y 1.3% de azufre en peso. Maya: Pesado con densidad de 22 grados API y 3.3% de azufre en peso. Olmeca: Superligero con densidad de 39.3 grados API y 0.8% de azufre en peso.¹⁵⁶

¹⁵⁴ Ortuño Arzate, Salvador, 2009, *El mundo del petróleo. Origen usos y escenarios*, Fondo de Cultura Económica, México, p. 110.

¹⁵⁵ Estadísticas Destacadas del Sector Energético, *Op. cit.*

¹⁵⁶ Tipos de petróleo. <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=tipos>. (Fecha de consulta: 11 de diciembre 2013).

En el siguiente cuadro se muestra la disminución de la producción de petróleo ligero, pesado y superligero a partir de 2004, que fue cuando se alcanzó el máximo nivel de producción en la historia petrolera mexicana. A partir de ese año la explotación petrolera ha ido a la baja por la disminución en las reservas, y en la extracción, principalmente del campo Cantarell.

Cuadro 3.4
Producción de petróleo crudo
(Miles de barriles diarios)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MAR/2013
Total crudo	3,382.9	3,333.3	3,255.6	3,075.7	2,791.6	2,601.5	2,575.9	2,550.1	2,548.0	2,515.9
Ligero	789.6	802.3	831.5	837.7	815.5	811.8	792.3	798.3	834.0	836.0
Pesado ^a	2,458.0	2,387.0	2,243.8	2,039.4	1,765.6	1,520.0	1,464.0	1,417.1	1,385.1	1,358.2
Superligero	135.3	144.1	180.4	198.6	210.4	269.7	319.6	334.7	328.9	321.7

Fuente: Sistema de Información Energética, con información de Petróleos Mexicanos.

En el cuadro 3.4 también se observa que entre 2004 y 2013 se exportó en primer lugar el petróleo pesado, en segundo lugar el ligero y en tercer lugar el superligero.

En el cuadro 3.5 se aprecia que en el 2004 se alcanzó el mayor volumen de producción petrolera (3,402 Mb/d) y fue el año en el cual se pudo vender una cantidad mayor de excedentes al extranjero. A partir de 2005 disminuyó el volumen de extracción por la baja en las reservas nacionales. Entre el 2004 y el 2012 disminuyó en un 25% la producción de petróleo. De marzo de 2012 a marzo de 2013, la exportación de petróleo crudo disminuyó 14.1%.¹⁵⁷

¹⁵⁷ Estadísticas Destacadas del Sector Energético, *Op. cit.*

Cuadro 3.5
Destino del volumen de las exportaciones de petróleo crudo de México
(Miles de barriles diarios)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MAR/2013
Total	1,870.3	1,817.1	1,792.7	1,686.2	1,403.4	1,222.1	1,360.5	1,337.9	1,255.8	1,103.3
Estados Unidos	1,482.0	1,424.7	1,441.9	1,351.5	1,142.9	1,049.0	1,139.5	1,095.0	957.7	710.2
Canadá	28.1	38.2	36.3	30.6	26.0	22.4	23.9	20.5	22.8	21.9
Otros	145.5	126.2	111.7	105.6	54.3	12.1	15.3	17.8	14.2	28.8
Europa	178.4	193.9	170.8	163.3	145.3	104.1	127.6	130.8	176.0	161.2
Lejano Oriente	36.3	34.2	32.0	35.2	34.9	34.5	54.3	73.7	85.1	181.1

Fuente: Sistema de Información Energética. Elaboración propia con información de
Petróleos Mexicanos.

En el cuadro 3.5, también se identifica que en el 2004 el 80% del volumen de las exportaciones se dirigía a Estados Unidos, mientras que en el 2012 la exportación de petróleo se concentró, en un 64.4%, en el mercado estadounidense, 14% en Europa, 14% en el Lejano Oriente, 1.8% en Canadá, y 2.3% en otros países.¹⁵⁸ Esta polarización de mercado genera dependencia de México hacia países como Estados Unidos, lo cual puede limitar sus ingresos, cuando este país se encuentra en recesión económica. Por ejemplo, en la crisis del 2008 uno de los mercados más afectados fue el norteamericano, al disminuir su consumo de petróleo, debilitó la entrada de divisas a México. Ante esta situación la política energética mexicana debe no solo encaminarse a diversificar el portafolio energético, sino también el de las exportaciones de hidrocarburos.

¹⁵⁸ *Ibidem.*

Cuadro 3.6
Destino del valor de las exportaciones de petróleo crudo
(Millones de dólares)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total	21,257.9	28,329.4	34,706.8	37,937.5	43,341.5	25,605.4	35,985.4	49,322.3	46,774.1
América	19,002.5	24,856.4	30,958.8	33,236.1	38,186.8	22,435.9	31,100.5	41,750.9	37,053.7
Estados Unidos	17,032.3	22,224.6	28,025.9	30,126.2	35,455.7	21,712.9	30,034.9	40,293.8	35,657.4
Canadá	326.7	627.5	718.6	665.7	871.8	457.4	626.5	743.5	844.0
Otros	1,643.6	2,004.3	2,214.3	2,444.2	1,859.3	265.6	439.1	713.6	552.3
Europa	1,886.5	2,969.2	3,174.0	3,858.4	4,318.6	2,400.5	3,408.6	4,852.8	6,563.1
Lejano Oriente	368.9	503.8	573.9	843.0	836.1	769.1	1,476.3	2,718.6	3,157.2

Fuente: Sistema de Información Energética, con información de Petróleos Mexicanos.

En el cuadro 3.6 se observa que Estados Unidos es el país que mayor cantidad de divisas aporta a México, vía la compra de petróleo. En el 2012 del total de ventas de petróleo, el 75% de las divisas se obtuvieron de Estados Unidos. Cabe señalar que en los últimos años, a pesar de la declinación en la producción, el monto de divisas se ha incrementado gracias al aumento del precio del crudo en los últimos años.¹⁵⁹

En la actualidad Pemex opera seis refinerías importantes: Cadereyta (cerca de Monterrey, Nuevo León), Cd. Madero (en el estado de Tamaulipas), Minatitlán (en el sur del estado de Veracruz), Tula (en el estado de Hidalgo), Salamanca (En el estado de Guanajuato) y Salina Cruz (en la porción sur del estado de Oaxaca, en el Istmo de Tehuantepec).

Estas refinerías no son aprovechadas en su capacidad máxima debido al rezago tecnológico y la falta de mantenimiento. Se requieren, por lo menos dos

¹⁵⁹ Sánchez, Edmundo, "México, cliente de lujo para EU en gasolinás", En: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/05/20/mexico-cliente-lujo-eu-gasolinás> (Fecha de consulta: 20 de Junio de 2013).

refinerías más, para cubrir la demanda del país y dejar de ser un importador de productos petroleros procesados.¹⁶⁰

Durante el sexenio de Felipe Calderón Hinojosa, específicamente en agosto de 2009, se identificó la necesidad de elevar la capacidad de refinación en el país, para ello se planteó la construcción de la refinería Bicentenario en Tula, Hidalgo. Se planeaba iniciar la construcción de dicha refinería para mayo de 2010, y que entrara en operaciones en 2018, con un presupuesto de 12 mil millones de dólares en un inicio. El proyecto sigue en pie, solo faltan las condiciones políticas y económicas para su consolidación.¹⁶¹

Así como existe un predominio de las exportaciones de petrolíferos hacia el mercado estadounidense, también hay que resaltar la vulnerabilidad del suministro nacional de productos petroleros de valor agregado (gas licuado, gasolinas, turbosina, diesel, combustóleo, etc.).

A pesar de que México tiene un alto potencial en cuanto a la producción de hidrocarburos, el país no puede satisfacer la demanda nacional de productos procesados y refinados derivados del petróleo. Las ganancias por las exportaciones del crudo se ven diezmadas por la importación de productos refinados, lo cual reduce aún más el presupuesto que se asigna a Pemex para invertir en nuevas refinerías. Las importaciones de diesel y gasolina se elevaron entre el 2003 y el 2012, en un 95% y un 99%, respectivamente (ver cuadro 3.7).

¹⁶⁰ “Construcción de refinería dará inicio en septiembre”, en *Energía hoy* no. 90, septiembre 2011, p. 9

¹⁶¹ Rodríguez, Ismael, Sigue en evaluación la refinería de Tula, informa Pemex en EU. 19-nov. 2013, www.jornada.unam.mx/ultimas/2013/11/19. (Fecha de consulta: 9 de diciembre de 2013).

Cuadro 3.7
Valor de las importaciones de productos petrolíferos
(Millones de dólares)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total	2,423.3	3,791.6	7,858.7	10,028.8	15,797.5	21,892.8	13,307.8	20,335.4	29,403.6	29,029.3
Gas licuado	877.9	1,097.0	1,156.7	1,286.5	1,740.4	2,028.7	1,231.3	1,626.2	2,195.4	1,760.6
Gasolinas	832.6	1,817.6	4,702.1	6,335.1	10,676.3	14,374.2	9,167.5	12,953.2	18,444.4	18,599.8
Turbosina	0.0	0.0	0.0	4.4	122.9	253.2	26.5	138.1	40.5	162.0
Diesel	60.7	60.3	600.6	1,262.6	1,960.8	3,378.9	1,381.6	3,861.7	6,503.5	6,507.3
Combustóleo	198.9	226.0	414.8	285.1	385.2	1,158.3	943.6	299.7	970.2	1,706.5
Otros ^a	453.1	590.8	984.5	855.2	911.9	699.5	557.2	1,456.5	1,249.7	293.0

Fuente: Sistema de Información Energética, con información de Petróleos Mexicanos.

El país es un importador neto de productos refinados, en el mismo cuadro se observa que en 2006 el monto de las importaciones de este tipo se elevó a 10,000 millones de dólares por año; y de productos petroquímicos a 7,000 millones de dólares durante el mismo periodo.¹⁶²

Para el 2011, las importaciones de gasolina provenientes de los Estados Unidos representaron el 77% del total, el resto se importó de Holanda, con 11%; Arabia Saudita con 4%; seguido por Italia con 3%, y 5% de otros países, con menor participación. Cabe destacar que la compra de gasolina en 2003 no alcanzaba ni el 1% de las importaciones totales del país, actualmente representan el 5%, colocándose como el principal producto de importación, por arriba de los bienes de capital.¹⁶³

En la gráfica 3.1 se observa cómo se ha incrementado la importación de gasolinas de los Estados Unidos, lo cual no solo genera una enorme dependencia, sino también el envío de divisas a ese país.

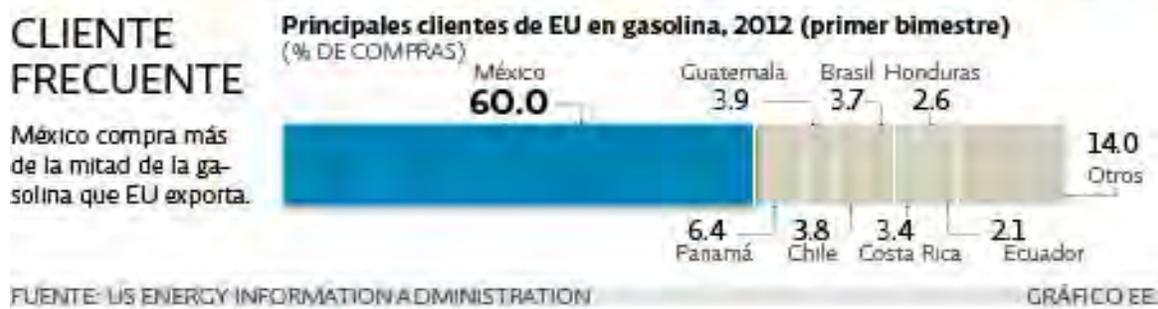
¹⁶² Rousseau Isabelle, *Op. cit.*, p. 242

¹⁶³ *Ibíd.*

En Marzo de 2013, el volumen de importaciones de gasolinas se ubicó en 337.4 Mb/d, las cuales disminuyeron 28.6% respecto a marzo de 2012. El problema radica en que la participación de las importaciones en relación con las ventas totales fue 43.4%, cuando en 2006 esta cantidad era de 40%.¹⁶⁴

Gráfica 3.1

Evolución de las exportaciones de gasolina de Estados Unidos a México y otros países, 1994-2011 (Miles de barriles)



Fuente: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/05/20/mexico-cliente-lujo-eu-gasolinas>

En el 2013 el consumo interno de gasolina bajó 5.1%, en comparación con marzo de 2012, promediando 777.7 Mbd. Esto debido a la disminución de 10.0% de las ventas de gasolina magna, la cual representa el 86% del consumo. No obstante,

¹⁶⁴ Estadísticas Destacadas del Sector Energético, *Op. cit.*

las ventas de gasolina Premium aumentaron 44.2% en relación con el mismo periodo, con un total de 108.5Mbd.¹⁶⁵

Ante este escenario es importante que la política energética de México se encamine a disminuir importaciones de las gasolinas. También hay que señalar que la demanda de gasolinas aumenta día con día, ya que no se han eliminado totalmente los subsidios a los combustibles, por lo que siguen siendo un producto de alta demanda. En los últimos sexenios se ha impulsado la construcción de carreteras, lo cual incrementa la compra y uso de vehículos automotores, y el consumo de gasolinas y diesel.

En relación a la producción de gas natural, en el 2013, México generó 6,436.0 mil millones de metros cúbicos diarios (Gm3/a), cifra 0.6% menor que la de marzo de 2012. La importación de gas natural proviene principalmente de los Estados Unidos, e implica 20% del consumo energético del país.¹⁶⁶ Dada la tendencia en la declinación de las reservas mundiales de petróleo, es muy probable que el papel del gas natural en el mercado energético se eleve de manera vertiginosa, sobre todo por los altos precios del petróleo. El problema radica en que si México no logra incrementar la producción de gas, podría convertirse en un importador neto, no solo de las gasolinas, sino también de gas natural. En el cuadro 4.8 se observa que entre el 2006 y el 2013, las importaciones de gas natural se han duplicado.

La demanda interna de gas va en aumento y la producción no se ha elevado al mismo nivel que la demanda. Para elevar la producción se necesitan grandes inversiones en infraestructura e incentivar planes sectoriales enfocados en aumentar las reservas de gas. Si esto no sucediera, el alza en la demanda de gas generará mayores importaciones, aumentando el déficit de la balanza comercial.

¹⁶⁵ *Ibíd.*

¹⁶⁶ Ortuño, Arzate Salvador, *Op. cit.*

Cuadro 3.8
Volumen de comercio exterior de gas natural (2012)
(Millones de pies cúbicos diarios)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	MAR/2013
Exportación	32.7	138.7	107.4	66.5	19.3	1.3	0.9	0.7
Importación	450.9	385.6	447.1	422.0	535.8	790.8	1,088.2	1,184.8

Fuente: Sistema de Información Energética, Elaboración propia con información de
Petróleos Mexicanos.

También es importante considerar el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), ya que la generación de electricidad de las termoeléctricas se realiza a partir del consumo de combustibles fósiles. Entre 2000 a 2011, el SEN generó una tasa promedio anual de electricidad de 2.7%, alcanzando en este último año una generación bruta de 258,128 Gigawatts-hora (GWh). Las termoeléctricas produjeron 14,509.2 GWh, representando 71.4% de aportación de energía del país, de los cuales 8,302.9 GWh fueron generados por CFE y 6,206 GWh por los productores independientes (PIE's), éstos participaron con 30.5% de la generación eléctrica del país.

Por su parte, las hidroeléctricas aportaron 6.8% de la generación de electricidad, las carboeléctricas 6.8%, la central nuclear de Laguna Verde 5.0%, las centrales geotérmicas 2.5%, y las centrales eólicas 0.1%. La generación hidroeléctrica presentó una disminución de 45.6% con respecto a marzo de 2012.

En el cuadro 3.9 se observa el número de usuarios por tipo de servicio, de tal modo que entre 2007 al 2012, en general, se elevó en un 14% el número de usuarios de electricidad, y en el mismo sentido se observa un incremento a nivel doméstico, comercial, servicios, agrícola y empresarial.

Cuadro 3.9
Número de usuarios de energía eléctrica en México (2007-2012)
(Miles de usuarios)

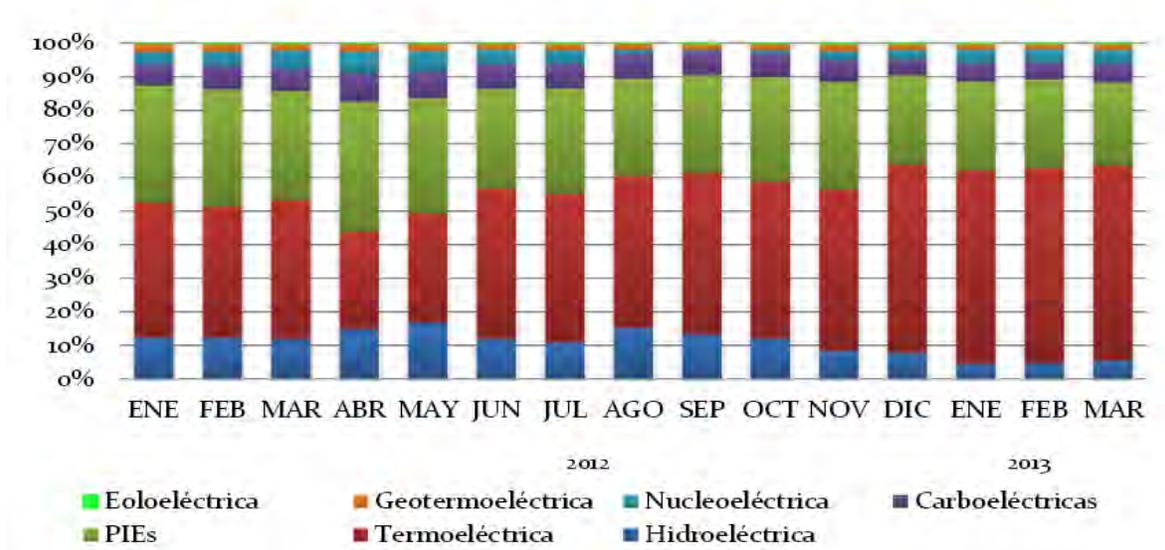
	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total	31,213	32,451	33,403	33,913	35,003	35,934
Doméstico	27,476	28,591	29,455	29,932	30,935	31,772
Comercial	3,250	3,353	3,420	3,446	3,512	3,587
Servicios	162	168	174	178	183	187
Agrícola	113	115	117	118	121	123
Empresa Mediana	212	225	236	239	251	264

Fuente: Elaboración propia con información del Informe Anual de la Subsecretaría de Electricidad (2012)

En la gráfica 3.2 se puede apreciar la distribución de los recursos energéticos renovables, no renovables y nucleares usados en la generación de energía eléctrica. Se nota el predominio de la producción de electricidad, con base en las termoeléctricas (más del 50%). La producción de electricidad representa una oportunidad de desarrollo para las energías renovables, ya que se podría reducir el consumo de combustible, las importaciones y limitar la emisión de gases de efecto invernadero.

Gráfica 3.2

Relación por fuente en la generación bruta de energía eléctrica en México



Fuente: Sistema de Información Energética (SIE), con información de CFE, En: <http://www.sener.gob.mx/res/380/Prontuario.pdf>

3.6 Principales problemas que enfrenta Pemex

Pemex destaca a nivel nacional por su aporte a las finanzas públicas, y a nivel internacional por su nivel de producción y por sus reservas energéticas.

Durante el siglo XX Pemex mantuvo bajo su dominio el monopolio de la industria petrolera. Lo cierto es que la empresa, a través de una organización centralizada y vertical, ha cumplido más con objetivos políticos que comerciales, lo cual ha favorecido el control de la empresa por parte del gobierno.

El rezago tecnológico y deficiencias en su funcionamiento han afectado algunos segmentos como los de exploración, producción de petrolíferos,

explotación de gas natural y refinación, entre otros. Los principales problemas que impactan a la paraestatal son los siguientes:

a) Organización y recursos humanos

Uno de los obstáculos que enfrenta Pemex es el tipo de organización y la relación de los actores de la industria petrolera. Entre los principales actores pueden identificarse la Secretaría de Energía (Sener) como el propietario, el Consejo de Administración de Pemex como administrador, y el Director General y los altos ejecutivos, como encargados del manejo de la empresa. La Secretaría de Energía como miembro del Consejo de Administración, efectúa dos funciones diferentes y contradictorias: como propietario busca cuidar los recursos energéticos y como accionista pretende maximizar la rentabilidad de la empresa. Pemex como operador tiene superioridad sobre la Sener en cuanto conocimiento, experiencia y flujo de información, de tal manera que mantiene funciones que no le corresponden tales como la planeación central y la administración de los hidrocarburos, que normalmente deberían ser realizados por la Sener.¹⁶⁷

La duplicidad de roles genera conflictos de intereses entre los actores, lo cual tiende a desacelerar los procesos de desarrollo de los organismos rectores y retrasa los proyectos que contribuirían a maximizar la producción en base a un desarrollo sostenible. A pesar de que Pemex cuenta con la información, la experiencia y el conocimiento, se ve limitada para cumplir sus funciones, al tener que lidiar con los conflictos que se suscitan con la Comisión Reguladora de Energía, la Sener o cualquier otro organismo que tenga roles cruzados con la paraestatal. Hasta ahora no se ha logrado liberar el monopolio que mantiene el gobierno sobre la empresa, y al mismo tiempo ésta sigue sumisa ante ciertas Secretarías del Estado y órganos de gobierno.

¹⁶⁷ Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* p. 267.

Otro problema que ha afectado a Pemex es que la designación de altos mandos, responde a criterios político-partidistas. La mayoría de los directores generales de Pemex, han sido nombrados por el Presidente de la República; varios son ajenos al sector, lo cual significa una lenta curva de aprendizaje, sin mencionar los errores que se puedan cometer en la administración.

La evolución de la industria petrolera en México se ha debido en gran medida a la labor de los trabajadores que desde la expropiación petrolera eran los únicos con la experiencia necesaria para desarrollar al sector. Hoy en día existe una relación disfuncional entre el sindicato y Pemex. Si bien es cierto el éxito de la empresa se debió en un inicio, a la experiencia del personal sindicalizado, actualmente la participación de los trabajadores en la administración de Pemex, ha afectado el desarrollo de la empresa, particularmente por la sobrepoblación laboral y las erogaciones que genera el sistema de jubilación. Ello absorbe parte de los ingresos que tiene la empresa y limita la inversión en los rubros donde se requiere.

Actualmente, en varios campos de producción de petróleo existe la misma plantilla laboral sindicalizada que se ocupaba en tiempos anteriores (hace treinta, cincuenta y hasta sesenta años). Como bien se sabe la tecnología ha permitido en varios sectores industriales reducir el número de trabajadores, sin embargo, en Pemex, el poder del Sindicato ha limitado esta tendencia, manteniendo el mismo número de trabajadores, a pesar de que la producción está en declive.¹⁶⁸

La sobresaturación de la plantilla laboral ha generado un nuevo tipo de deuda. En 2007 los pasivos laborales se elevaron a 528,000 millones de pesos, los cuales crecen a 14% por año. Durante el mismo año, Pemex adjudicó la suma de 16,748 millones de pesos para los jubilados; dicha cantidad representó más de la tercera parte de la nómina de los trabajadores activos.¹⁶⁹ Esto demuestra que la

¹⁶⁸ *Ibíd.* p. 271

¹⁶⁹ *Ibíd.* p. 274

falta de inversión para el desarrollo de la industria petrolera, se debe no solo a cuestiones financieras sino también a factores institucionales y laborales, que han afectado desde sus inicios al sector petrolero.

Como empresa energética pública, está sujeta a una elevada cantidad de disposiciones jurídicas, requisitos controles y autorizaciones. Esto impacta la autonomía de la empresa, la administración de recursos, la aplicación de programas, la modificación, adecuación y gasto del presupuesto y la administración de los recursos humanos.¹⁷⁰ Al ser una empresa pública adherida al Estado, no puede administrar directamente su presupuesto, puesto que el desarrollo de proyectos, depende de las aportaciones anuales que le otorgan el Gobierno Federal, la Secretaría de Hacienda y el Congreso de la Unión. De tal forma que las Cámaras asignan el presupuesto, en función de las necesidades del país y no de los requerimientos de inversión de la paraestatal, generando la necesidad de endeudamiento para cubrir sus requerimientos básicos de inversión. La falta de autonomía para administrar su presupuesto ha influido en el lento desarrollo de la empresa.

b) Carga fiscal

Desde la expropiación petrolera, la producción de petróleo se ha considerado como un símbolo de la soberanía nacional, a pesar de ello Pemex no ha logrado maximizar las capacidades de la industria, debido en gran medida a la gran carga fiscal confiscatoria que padece. La renta petrolera se dirige a cubrir parte de la deuda interna y externa del país, dejando de lado el desarrollo tecnológico y la eficiencia productiva de la empresa.

¹⁷⁰ *Ibíd.* p. 269-270

Pemex es un importante generador de divisas con sus exportaciones y la principal fuente fiscal del país, por ende el mayor contribuyente económico de la nación. Hasta el 2005, el régimen fiscal de la paraestatal le sustraía más del 110% de sus rendimientos antes de impuestos. Esto obligó a Pemex a endeudarse para pagar sus impuestos.¹⁷¹

La sujeción fiscal a la cual se somete Pemex, ha minado las ganancias generadas por la empresa, disminuyendo la reinversión en la misma, provocando un envejecimiento prematuro de toda la infraestructura que se ocupa para mantener la producción de petróleo. Por tal motivo, en las últimas décadas la empresa no ha renovado reservas al ritmo de la extracción ni ha invertido suficiente en petroquímica y gas.

En el cuadro 3.10 se observa que el país que cuenta con mayor cantidad de reservas de petróleo es Arabia Saudita, con 265 Mb, en segundo lugar Irán con 151 Mb, en tercer lugar Irak con 143 Mb, en cuarto lugar Venezuela, con 296 Mb. De los cuatro países, destaca Venezuela porque triplicó sus reservas en siete años. Emiratos Árabes Unidos mantuvo sus reservas en el mismo periodo (97.8 Mb). Rusia y Estados Unidos aumentaron ligeramente sus reservas. En el caso de China disminuyeron ligeramente. En el caso de México, sus reservas disminuyeron un 25%.

Por otra parte, en el cuadro 3.11, se aprecia que Rusia e Irán cuentan con la mayor cantidad de reservas probadas en el 2011, en tercer lugar se ubica Arabia Saudita. Emiratos Árabes Unidos y México, mantuvieron sus reservas. Estados Unidos, Irak, China y Venezuela elevaron sus reservas, a diferencia de Noruega cuyas reservas disminuyeron. Sin embargo, las reservas de gas natural de México, no alcanzan el uno por ciento.

¹⁷¹ Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* p. 256

Cuadro 3.10
Reservas probadas de petróleo crudo al primero de enero de cada año
(Millones de barriles)

Reservas de petróleo crudo	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total Mundial	1,206.3	1,211.3	1,220.4	1,239.5	1,261.0	1333.1	1383.2	1652.6
Arabia Saudita	262.7	264.3	264.2	264.3	264.2	264.6	264.5	265.4
Irán	133.3	132.7	137.5	138.4	138.2	137.6	137.0	151.2
Irak	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	143.1
Venezuela	77.2	79.7	80.0	87.0	99.4	172.3	211.2	296.5
Emiratos Árabes Unidos	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8	97.8
Rusia	77.3	76.8	77.7	79.3	80.4	74.2	77.4	88.2
Estados Unidos	29.4	29.3	29.9	29.4	30.5	28.4	30.9	30.9
China	15.5	15.5	15.6	15.6	16.1	14.8	14.8	14.7
México	16.0	14.8	13.7	12.8	12.2	11.7	11.4	11.4
Noruega	10.1	9.7	9.7	8.5	8.2	7.1	6.7	6.9

Fuente: BP Statistical Review of World Energy 2012.

“Las causas de la parálisis en la renovación de las reservas, en las inversiones en la industria petroquímica y en el incremento de la deuda, varían según los especialistas: para unos es el régimen que consagra el patrimonio nacional del recurso y el monopolio estatal de su aprovechamiento; para otros es la carga tributaria que extrae de la empresa toda ganancia.¹⁷² “La intensa extracción de recursos es clara: en 1990 los impuestos pagados por la estatal petrolera fueron 7,000 millones de dólares y representaron 9% del ingreso neto total de Pemex. En el 2008, ascendieron a 62.3 miles de millones de dólares o 58% del ingreso total de la empresa y 117% de utilidades antes de impuestos”.¹⁷³ [De acuerdo con la misma autora entre 2007 y 2008 prevaleció la extracción de impuestos superiores a los ingresos brutos].

¹⁷² Puyana, Alicia, *Op. cit.* p.96

¹⁷³ Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* P. 102

Cuadro 3.11
Reservas probadas de gas natural al primero de enero de cada año (2004-2011)
(Millones de barriles)

Reservas de gas natural (trillones de metros cúbicos)	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total Mundial	173.7	173.8	174.3	176.2	177.1	187.5	187.1	208.4
Rusia	44.8	44.6	44.6	44.6	43.3	44.4	44.8	44.6
Irán	27.6	27.5	27.5	27.6	28.1	29.6	29.6	33.1
Arabia Saudita	6.8	6.8	6.8	7.1	7.3	7.9	8.0	8.2
Emiratos Árabes Unidos	6.0	6.1	6.1	6.1	6.4	6.4	6.0	6.1
Estados Unidos	5.4	5.5	5.8	6.0	6.7	6.9	7.7	8.5
Venezuela	4.2	4.3	4.3	5.1	4.8	5.7	5.5	5.5
Irak	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.6
Noruega	3.2	3.2	3.0	2.9	2.9	2.1	2.0	2.1
China	1.3	1.4	1.5	1.7	2.3	2.5	2.8	3.1
México	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.4

Fuente: Elaboración propia con base en BP Statistical Review of World Energy 2012.

La disminución de la producción tiene implicaciones que afectan directamente las finanzas públicas, por la enorme contribución de la paraestatal a la Hacienda Pública. En el cuadro 3.12 se aprecia que entre el 2003 y el 2012, Pemex aportó un promedio de 37% a los ingresos del sector público.¹⁷⁴

Es de suma importancia destacar los problemas fiscales por los cuales atraviesa la paraestatal. En el 2006 se reconoció oficialmente que la compañía se encontraba en quiebra técnica: el monto de sus pasivos superaba en 3% el valor de sus activos y en 2005, su patrimonio se volvió negativo -2,521 millones de dólares.¹⁷⁵

¹⁷⁴ *Ibíd.* p. 242

¹⁷⁵ *Ibíd.* p. 246

Cuadro 3.12
Participación de los hidrocarburos en los ingresos del sector público
(2003-2012) (Miles de millones de pesos)

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ingreso total	1,600	1,771	1,948	2,264	2,486	2,861	2,817	2,960	3,240	3,286
Petroleros	533	637	727	861	881	1,055	874	973	1,088	1,119
No petroleros	1,067	1,134	1,221	1,402	1,605	1,806	1,943	1,987	2,153	2,166
Participación ingresos por petróleo	33.3%	36 %	37.3%	38 %	35.4%	36.9%	31.0%	32.9%	36.3%	38.7%

Fuente: Sistema de Información Energética, con información de Petróleos Mexicanos.

De igual manera, la disminución de la producción ha llevado a una reducción de Pemex en los recursos generados por ella misma (45%), al pasar de 213,164.4 millones de pesos de enero a agosto de 2007 a 121,782.2 en el mismo periodo del 2012.¹⁷⁶ Gracias a los precios altos en el mercado y la producción en campos alternos, ha permitido sanear temporalmente las pérdidas económicas.

Lo cierto es que se ha descuidado la inversión en estos sistemas, y ante el rezago y escaso mantenimiento de los sistemas de distribución han aumentado los accidentes. La escasa inversión y mantenimiento de los oleoductos han provocado que la cantidad de combustibles transportados por auto tanques haya aumentado del 3.4% del 2000 al 5.7% en 2008. Estos oleoductos tienen un promedio de 24 años de edad e inclusive algunos fueron construidos desde de la expropiación petrolera en 1938.

Otro sector descuidado es el de almacenamiento ya que mientras países desarrollados mantienen una reserva de gasolina y diesel para tres semanas de consumo, en México se calcula que es de 3 días de gasolina magna y 7 días en

¹⁷⁶ *Ibíd.* p. 242

gasolina Premium y el Diesel.¹⁷⁷ La seguridad energética en México no se ha visto afectada por algún tipo de desabasto.

c) Sustracción ilegal de combustible

En México ha tomado fuerza un nuevo tipo de delito que atenta contra la seguridad energética. Los grupos delictivos además de generar una mala imagen del país, se dedican a robar combustible a través de los ductos de Pemex.

El robo de combustible es controlado por cinco organizaciones criminales que tienen presencia en al menos 13 entidades del República. El 70% de la sustracción ilegal del combustible se concentra en los estados de Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas y Sinaloa, según fuentes de la Secretaría de Seguridad Pública Federal.¹⁷⁸ En estas entidades donde actúan organizaciones dedicadas al narcotráfico, como Los Zetas, el Cartel de Sinaloa y La Familia Michoacana, quienes han visto en el robo de hidrocarburos una fuente de ingresos accesible.

La complicidad por parte de empleados y ex empleados de Pemex, ha contribuido a dotar a las organizaciones delictivas de todo tipo de información, tal como mapas de la red de gasoductos, para identificar las zonas más vulnerables, válvulas y conexiones necesarias para la ordeña, así como los horarios y lotes de producto que serán distribuidos.¹⁷⁹

Ante esta situación, Pemex se ha convertido en una doble víctima que está siendo explotada ilegalmente, por los empleados que son cómplices del delito de la

¹⁷⁷ *Ibíd.* p. 245

¹⁷⁸ Alcántara, Liliana, "Robo de combustible se convierte en Industria", en: <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/190560.html#1> (Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2012).

¹⁷⁹ *Ibíd.*

ordeña ilegal, así como los altos funcionarios, que se mantienen en sus cargos con una serie de prebendas, sin darle una verdadera gestión que ayude a solucionar los problemas de la paraestatal.

Los robos a la empresa no solo representan pérdidas económicas para la paraestatal, también ponen en riesgo a la población que vive o trabaja cerca de los ductos que son dañados por las organizaciones delictivas.¹⁸⁰

La política energética mexicana está estrechamente interrelacionada con elementos externos e internos que se conjugan en el sistema energético internacional. A su vez el mercado energético regional está relacionado con los cambios tecnológicos, empresas internacionales, los Estados, las Organizaciones Internacionales y los socios comerciales del norte, especialmente Estados Unidos. Este país como el principal socio comercial de México, está diversificando sus importaciones con el fin de disminuir su dependencia hacia los países del Golfo Pérsico o del Medio Oriente en general, en dicho proceso México pudo maximizar sus exportaciones al vecino del norte. De tal manera que las importaciones de petróleo de Estados Unidos por parte de México y Canadá participan respectivamente con el 15% y 16%. A pesar de las restricciones que México logró imponer en el Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN), Estados Unidos no ha dejado de presionar para que se abra el mercado energético mexicano a la inversión extranjera y modifique la estructura constitucional en particular, los artículos 27 y 28.¹⁸¹

Se requiere es una reforma fiscal para liberar a Pemex, saldar sus deudas, y expandir su cartera de inversiones. Sin embargo, gran parte de los ingresos del país se verían afectados por lo que serían necesarias reformas tributarias adicionales aplicadas a las clases altas y grandes empresas, donde la aportación fiscal que hacen no corresponde a sus ingresos.

¹⁸⁰ *Ibíd.*

¹⁸¹ Rousseau, Isabelle, *Op. cit.* p.254. Cabe aclarar que con los cambios del 2013 al artículo 27 constitucional, indirectamente se van a modificar los estatutos del Tratado de Libre Comercio.

A pesar de lo que dice la Constitución y las pautas del TLCAN, la realidad es que México, con la reforma constitucional de 2008, comenzó a permitir la inversión extranjera en los sectores energéticos, que antes eran competencia exclusiva del Estado. La producción desmesurada, sin un criterio sustentable en cuanto a la naturaleza y finitud de los yacimientos, ha llevado descuidar el desarrollo de otros segmentos como la exploración, la refinación y la petroquímica poniendo en peligro la seguridad energética nacional a largo plazo.

CAPÍTULO IV

CONTEXTO Y PROSPECTIVA DEL SISTEMA ENERGÉTICO MEXICANO

El objetivo de este capítulo es analizar los principales aspectos y algunas de las repercusiones de la reforma energética de 2013, así como la prospectiva, nacional e internacional relacionada con las energías alternativas. Dada la tendencia mundial a la disminución de fuentes de energía fósil, se han desarrollado proyectos de investigación e inversión, vinculados con las fuentes de energías alternativas, lo cual en prospectiva, arroja importantes ventajas en términos sociales, económicos y ambientales, no solo para el mundo, sino particularmente para México.

4.1 Reforma Energética 2013

Es relevante considerar algunos rasgos de la reforma energética de 2013, dado que tendrá repercusiones en relación al sistema energético nacional e internacional, y en el ámbito económico del país.

Desde el año 2012 el Presidente Enrique Peña Nieto (EPN) anunció su interés de llevar a cabo una reforma energética, para ello se implementó una estrategia que incluyó la creación de un acuerdo político denominado Pacto por México (2 de diciembre de 2012), donde los dirigentes de los diversos partidos políticos (PRI, PAN, PVEM, y PRD¹⁸²), se comprometieron con el Presidente de la República a fortalecer al Estado mexicano, democratizar la economía y la política, fomentar la participación de la ciudadanía, apoyar la construcción y aprobación de las reformas (particularmente la educativa, hacendaria, política y energética).

¹⁸² Partido Revolucionario Institucional (PRI), Partido Verde Ecologista (PVEM), Partido de Acción Nacional (PAN), Partido de la Revolución Democrática (PRD).

Otra estrategia fue la promovida a través de la XXI Asamblea del PRI, (marzo de 2013), como resultado se otorgó mayor flexibilidad a sus estatutos básicos, para dar cobijo a una reforma energética.

Para justificar la reforma energética EPN enfatizó la necesidad de aumentar la producción y restituir las reservas de petróleo, y disminuir las tarifas de gas y electricidad para la población en general. Esta reforma se llevó a cabo en uno de los procesos legislativos más “desaseados”, ya que en menos de una semana el Senado aprobó, sin discusión real, cambios importantes a la Constitución, en los artículos 25, 27 y 28, más un paquete de 21 transitorios que modifican en conjunto el régimen nacional de energía.¹⁸³ De modo que la reforma energética se realizó en un contexto de corrupción puesto que no permitió el debate al interior del Congreso, ni tampoco la participación de la sociedad civil interesada en el tema.

Los funcionarios de Hacienda encabezados por Luis Videgaray y el Subsecretario de Ingresos, Miguel Messmacher, fueron los encargados de convencer al Senado y de acelerar la reforma fiscal (pactada con el PRD), el paquete financiero, las reformas energética y político-electoral. El priista David Penchina, negoció con cinco congresistas del PAN, los detalles del predictamen que solo ellos y los funcionarios de Hacienda conocieron.¹⁸⁴ Una característica de la promulgación de leyes en México es que en buena medida son resultado de acuerdos de cúpulas de los partidos políticos mayoritarios.

El proceso de la reforma energética comenzó en junio de 2013 con la modificación del artículo 6° constitucional, que limita la transparencia y mantiene la opacidad del destino de la venta del petróleo. Luego se reglamentó el artículo 35° para evitar que una consulta popular revirtiera la reforma energética, y finalmente se modificaron los artículos 25, 27 y 28 que abrieron el sector energético a la

¹⁸³ Villamil, Jenaro, El senado bajo el control de Hacienda, *Proceso*, México, 15 de diciembre de 2013, No. 1937. p. 14-15

¹⁸⁴ *Ibidem*.

iniciativa privada.¹⁸⁵ Se observa que la reforma energética no solo se desarrolló en diciembre de 2013, sino que comenzó meses antes, para asegurar las condiciones de su vigencia.

Después de algunos “debates”, la reforma energética fue aprobada el 16 de diciembre de 2013 en la Cámara de Senadores, y el 18 de diciembre en la Cámara de Diputados. El 20 de diciembre, el Presidente EPN y varios miembros de su gabinete celebraron la aprobación. Posteriormente, de manera apresurada y sin mayor análisis, se aprobó, en la mayor parte de los Congresos locales. En pleno siglo XXI el esquema presidencialista es vigente, ya que la mayor parte de los congresistas, tanto federales como locales, se limitaron a aprobar la reforma sin un análisis pertinente.

En el artículo 25 constitucional se agregó el concepto *empresas productivas del Estado*, las cuales serán un medio para que el Gobierno Federal tenga a su cargo de forma exclusiva las áreas estratégicas. Mientras que en el artículo 3° transitorio se establece que los organismos descentralizados, Petróleos Mexicanos (Pemex) y Comisión Federal de Electricidad (CFE), pasarán a ser empresas productivas del Estado. Se les da un plazo máximo de cinco años a Pemex y CFE para reconvertirse en “empresas públicas de Estado” (artículo 25), abandonando su condición de organismos descentralizados de la Administración Pública, y además se crean nuevos organismos reguladores del sector, sin autonomía técnica y jurídica, dependientes del Ejecutivo.¹⁸⁶

Como empresas “productivas” del Estado, Pemex y CFE, deben centrarse, no en prestar un servicio,¹⁸⁷ sino en generar ganancias y en competir con

¹⁸⁵ Cervantes, Jesusa, Por todos lados México pierde, *Proceso*, año 37, No. 1937, 15 de diciembre de 2013, México.

¹⁸⁶ Villamil, Jenaro, El senado bajo el control de Hacienda, *Proceso*, Año 37, No. 1937, 15 de diciembre de 2013, México, p. 14-15.

¹⁸⁷ Barbosa Cano, Fabio, miembro de la Unidad de Investigación Económica del Sector Energético de la UNAM, citado por Cervantes, Jesusa, Por todos lados México pierde, *Proceso*, año 37, No. 1937, 15 de diciembre de 2013, México. p. 18-20

transnacionales como Exxon, Shell, Chevron, entre otras.¹⁸⁸ Convertir las empresas públicas en empresas productivas, incluye un sesgo neoliberal en la actividad estatal, pues se pretende que tengan la capacidad de competir con empresas privadas, nacionales o internacionales, del ramo.

Se elimina del artículo 27 constitucional la restricción incorporada en 1960, que impedía la utilización de contratos para la extracción de hidrocarburos del subsuelo. Con la reforma de diciembre de 2013 se modificó el siguiente párrafo del artículo citado:

Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán concesiones. Con el propósito de obtener ingresos para el Estado que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de **exploración y extracción del petróleo y demás hidrocarburos mediante asignaciones a empresas productivas del estado o a través de contratos** con éstas o **con particulares**, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares.¹⁸⁹

A través de esta modificación, por primera vez en 75 años, se abre el sector a particulares, promoviendo la realización de contratos, que tienden a facilitar a las transnacionales la apropiación de los recursos energéticos, que antes eran propiedad de la nación.

La reforma al artículo 28 permite la creación del Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo (propuesto por el PAN), su misión será recibir, administrar y distribuir los ingresos de cada contrato; el Fondo radicará en el Banco de México, por lo que será difícil acceder y solicitar información, bajo el argumento

¹⁸⁸ Villamil Jenaro, Promulgación de la Reforma energética, Salto mortal, sin red de protección, *Proceso*, año 37, No. 1938,

¹⁸⁹ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf

del secreto bancario y el tema de seguridad nacional. En ese mismo artículo se suprime a la petroquímica básica como área estratégica, con esto se permite que los particulares participen directamente después de la extracción, incluyendo el transporte, tanto de petróleo crudo, gas natural y sus líquidos, como de petroquímicos y productos refinados. La opacidad en el manejo de los recursos energéticos, se instituye a través de este Fondo Mexicano del Petróleo.

El transitorio décimo cuarto señala que el Fondo Mexicano del Petróleo para la Estabilización y el Desarrollo funcionará como un “[...] fideicomiso público en el que el Banco de México fungirá como fiduciario, ese fondo será el encargado de recibir todos los ingresos, con excepción de las contribuciones, que le correspondan al Estado mexicano, derivados de las asignaciones y los contratos”.¹⁹⁰ El control del fideicomiso estará a cargo del Secretario de Hacienda, quien se convertirá en el presidente del comité técnico. Como parte de la élite política el Secretario de Hacienda, asume funciones preferenciales para manejar el Fondo Mexicano del Petróleo.

El artículo 4° transitorio alude a cuatro modalidades de contratos: de utilidad compartida, de producción compartida, de licencia y una combinación de éstas. En el artículo 6° transitorio se indica que Pemex tiene derecho a la “ronda cero”, es decir, a solicitar a la Secretaría de Energía (Sener) exclusividad para explorar determinadas áreas y explotar campos productores de hidrocarburo, antes de que el gobierno federal inicie con las subastas de los recursos energéticos dirigidas al capital privado.

Pemex solicitó a la Secretaría de Energía (Sener) mantener la exclusividad para explorar un tercio de las áreas con recursos prospectivos de petróleo y gas, mientras dos terceras partes serán puestas a subasta por el gobierno federal entre

¹⁹⁰ Villamil, Jenaro, El senado bajo el control de Hacienda, *Proceso*, año 37, No. 1937, 15 de diciembre de 2013, México.

inversionistas privados”.¹⁹¹ La paraestatal solicitó exclusividad sobre un área que tiene 34 mil 500 millones de barriles de dichos recursos, 31% del total con el que cuenta México. Las dos terceras partes restantes se dejan al Estado para que por medio de la Sener convoque a rondas con el propósito de que con la participación de terceros, se continúen desarrollando áreas que tiene un recurso prospectivo, aún por descubrir, que totalizan 78 mil 300 millones de barriles, más del doble de lo que solicitó Pemex. “[...] las zonas que quedan a disposición de particulares tienen un volumen atractivo, porque es ligeramente mayor a lo que se ha producido en 110 años, [a través de Pemex]”.¹⁹² Al permitir que dos terceras partes de los recursos petrolíferos sean adjudicados por el sector privado se pone en riesgo, a futuro, una fuente importante de ingresos fiscales del Estado, y con ello buena parte de la política social que durante años, éste había sostenido.

Algo que es cuestionable es que Pemex además de ceder dos terceras partes de la exploración petrolera al sector privado, entregará a las compañías privadas – la mayoría transnacionales- información estratégica y costosa sobre las más recientes localizaciones de campos susceptibles de contener hidrocarburos en tierra y en aguas territoriales del Golfo de México.¹⁹³ En la legislación secundaria se debe determinar el justo valor económico con que deberá retribuirse a la paraestatal por las áreas que no retenga y para las cuales ya hizo estudios, investigaciones y análisis geológicos y técnicos.¹⁹⁴ Pemex debe entregar datos crudos, no procesados ni analizados, a fin de que dichos costos sean asumidos por las empresas privadas.

¹⁹¹ González Amador, Roberto, 2014, A subasta, dos tercios de las reservas petroleras. Equivalen a lo que extrajo México en 110 años: Pemex. En *La Jornada*, 29 de marzo de 2014, p. 2.

¹⁹² *Ibidem*. p. 2.

¹⁹³ Rodríguez Israel Transnacionales tendrán información “estratégica” que costó mucho al país. Que inviertan en exploración, dice el ex diputado Carrillo Soberón, *La Jornada*, sábado 29 de marzo de 2014 p. 3

¹⁹⁴ González G., Susana, Pemex, en indefensión jurídica frente a la Sener, alerta experto. Se le tiene que dotar como empresa dominante y cambiar su régimen fiscal, *La Jornada*, sábado 29 de marzo de 2014 p. 4.

En el artículo 20 transitorio se establece que con la entrada en vigor de la reforma, los consejeros profesionales de Petróleos Mexicanos, en funciones, permanecerán en sus cargos hasta la conclusión de los periodos para los cuales fueron nombrados. En este sentido, se enmarca la salida del Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana del Consejo de Administración de Petróleos Mexicanos. La Comisión Nacional de Hidrocarburos y la Comisión Reguladora de Energía se deberán convertir en órganos administrativos desconcentrados de la Secretaría de Energía, con personalidad jurídica propia y autonomía técnica y de gestión. De modo que el Sindicato aludido, dejará de tener injerencia en el manejo y gestión de la paraestatal.

Los Presidentes de ambas Comisiones serán propuestos por el Presidente de la República, mediante una terna y el Senado los designará por voto de las dos terceras partes de los presentes; si el Senado no resuelve, el Ejecutivo elegirá uno de la terna.

Para Diego Valadés, exministro de la Suprema Corte de Justicia, la reforma energética no es solo un cambio en la estructura en la propiedad de los hidrocarburos, sino un cambio en la estructura del Estado, se fortalece el “hiperpresidencialismo”, se mutilan las facultades del Congreso, se pierde soberanía ante los tribunales internacionales y el gobierno se queda sin el instrumento legal necesario para la intervención y la expropiación en el sector energético. El Congreso ya no tendrá el derecho de formar comisiones de investigación especial, tampoco podrá llamar a comparecer al director de Pemex. En cuanto al Fondo Mexicano del Petróleo, al pasar al Banco de México, no podrá ser fiscalizado, porque no habrá acceso a la información, en virtud de las reglas del secreto bancario.¹⁹⁵

Al desaparecer la base constitucional que permitía las reservas de México, se aplicará el Tratado de Libre Comercio que tiene restricciones muy severas en

¹⁹⁵ *Ibidem.*

materia de expropiación e intervención. En caso de desabasto de gas o gasolina, el Estado no podrá intervenir la industria, ni tampoco podrá incidir en la seguridad energética del país.

Posteriormente el 11 de agosto de 2014 se promulgaron en el Diario Oficial de la Federación (“DOF”) las llamadas “leyes secundarias” aplicables a la industria petrolera (hoy conocida como la “industria de los hidrocarburos”), implementando las reformas realizadas a los artículos 25; 27; y 28 de nuestro Código Político Fundamental el día 20 de Diciembre de 2013 en el DOF. Dentro los cambios importantes a la industria de hidrocarburos a través de estas leyes secundarias resaltan las siguientes:

“La Ley Reglamentaria de 1958 señalaba que era regulatoria del ramo del Petróleo; mientras que la actual ley que la abroga es la Ley de Hidrocarburos publicada el 11 de agosto del 2014. En México ya no incluyen la exploración y la explotación como lo contemplaba el artículo 3 de la Ley del Petróleo; sino más bien, la exploración y extracción denotando una mejor terminología.

Pemex y las demás empresas productivas del Estado que se constituyan en el sector, puedan celebrar alianzas o asociaciones con los particulares, mediante licitación ante la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH o permiso para las actividades “río abajo” como lo son los sectores relacionadas para el tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo; el procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de gas natural; el transporte, almacenamiento, distribución, comercialización y expendio al público de petrolíferos; y el transporte por ducto y el almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos, de petroquímicos; permiso que dependiendo la actividad será otorgado por la Secretaría de Energía (SENER), o la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Con esto el monopolio horizontal y vertical (con excepción de la transportación, distribución y el almacenaje del gas natural y de la industria petroquímica secundaria) ejercido a través de Pemex, es eliminado permitiendo la participación de los particulares en tan importante sector económico para el país.

el uso y la ocupación superficial de los terrenos, bienes o derechos necesarios para realizar las actividades de exploración y extracción de Hidrocarburos, en los cuales en lugar de sufrir un proceso de expropiación (como lo era antes), serán negociados y acordados entre los propietarios o titulares de dichos terrenos, bienes o derechos, incluyendo derechos reales, ejidales o comunales; y los asignatarios o contratistas que lleven a cabo las actividades “río arriba”, a través de actos jurídicos como el arrendamiento, la servidumbre voluntaria, la ocupación superficial, la ocupación temporal, la compraventa, la permuta o cualquier otra que no contravenga la Ley de Hidrocarburos.

La participación de los particulares en materia de importación y exportación de hidrocarburos a través de permisos a ser otorgados por la SENER, actividad que por lo general estaba previamente consagrada a favor de Pemex y que en las actividades Río Arriba, será la CNH la que a partir del 1 de enero de 2018, podrá contratar a empresas públicas o privadas mediante licitación pública, para la comercialización de los hidrocarburos resultados de los contratos para la exploración y extracción.”¹⁹⁶

De acuerdo con el experto, triunfó la tesis del Estado subsidiario, es decir, aquel que participa en aquellas áreas donde los privados no puedan intervenir, por ejemplo en la seguridad pública. La reciente reforma asigna como áreas estratégicas a cargo del Estado el correo, telégrafo y radiotelegrafía, de tal modo que se ha convertido en custodia de obsolescencias tecnológicas.¹⁹⁷ Con la reforma energética se consolida el esquema neoliberal que comenzó con el Presidente Miguel de la Madrid Hurtado, puesto que el Estado comenzó a reducir su participación en áreas estratégicas de la economía, dejando estas áreas en manos y en beneficio de particulares.

Otro efecto importante es que el Congreso se debilitó, ya que al pasar Pemex y CFE a ser empresas productivas, el Congreso pierde el control sobre uno de los

¹⁹⁶ Alejandro López Velarde Estrada, “Aspectos legales de las leyes secundarias en materia de hidrocarburos”, En: <http://energiaadebate.com/aspectos-legales-de-las-leyes-secundarias-en-materia-de-hidrocarburos/> (Fecha de consulta: 06 de agosto de 2015)

¹⁹⁷ Villamil Jenaro, Promulgación de la Reforma energética, Salto mortal, sin red de protección. Proceso 1938.

procesos económicos más importantes del país. También, pierde el Poder Judicial, porque los conflictos energéticos serán atendidos no por la justicia nacional, sino por el arbitraje internacional.¹⁹⁸ Con la reforma energética, la capacidad de gestión y rendición de cuentas del poder legislativo y judicial, en relación con la producción petrolera, queda limitada, puesto que no cuentan con los elementos jurídicos pertinentes para solicitar la transparencia en dicho ámbito.

Durante este mismo periodo los gobiernos de Estados Unidos y México negociaron y firmaron el “Acuerdo entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América sobre los Yacimientos Transfronterizos de Hidrocarburos en el Golfo de México”. El tratado es internacional y tendrá la categoría de “Ley Suprema de la Unión” en ambos países, por encima de leyes y reglamentos.

El tratado concilia dos mundos asimétricos y disímolos: mientras en nuestro país los yacimientos ubicados en el llamado golfo profundo (según esto, cuantiosos recursos prospectivos), son propiedad de la Nación, en Estados Unidos la propiedad de dichos recursos minerales es (sujeto al pago de ciertas regalías) del particular titular de la licencia de operación que el gobierno federal de ese país le otorga; mientras en nuestro país la explotación de dichos hidrocarburos se encontraba reservada al Estado Mexicano a través de Pemex, hasta hace poco con la nueva Reforma Energética México está dando los primeros pasos con un nuevo marco jurídico que permitirá a particulares explotar los recursos energéticos del país.¹⁹⁹

Tal pareciera que la llegada de dicho acuerdo se realiza en sincronía con la reforma energética que facilita de una manera más efectiva la entrada de empresas privadas a la explotación del petróleo que previamente estaba reservada a la administración del Estado. Cabe destacar la ventaja que Estados Unidos lleva

¹⁹⁸ Villamil, Jenaro, La estrategia perversa: menos Estado, menos soberanía, menos independencia, *Proceso*, México, 15 de diciembre de 2013, No. 1937, 22 de diciembre, México, 18-19.

¹⁹⁹ Rogelio López Velarde, “El tratado de yacimientos transfronterizos México-EU”
En: <http://energiaadebate.com/el-tratado-de-yacimientos-transfronterizos-mexico-eu/> (Fecha de consulta: 06 de agosto de 2015)

explorando y explotando recursos fósiles en aguas profundas desde hace décadas e incluso ya cuentan con marco regulatorio en cuestiones de seguridad industrial y protección ambiental. México apenas empieza a dar sus primeros pasos en esta área con un incipiente marco jurídico resultado de la reforma de noviembre de 2008 y con un nuevo regulador Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH) organismo rector para las actividades de exploración y extracción de hidrocarburos en el mismo año.

El documento obliga a los dos países al intercambio de consultas e información en el momento en que se detecte o presuma la existencia de un yacimiento transfronterizo. De comprobarse su existencia, Pemex tendría o las empresas que participen del lado de México, gracias a la reforma que firmar un convenio de “unificación” (unificación de yacimientos) con las firmas de EU, en el que se determinará la dimensión del yacimiento y de las reservas que contiene.²⁰⁰

Los contratos de unificación (desconocidos en la industria petrolera nacional por obvias razones, pero de extendido uso en la industria a nivel internacional) son acuerdos que precisamente se crearon para dar solución a un problema común en la industria minera y petrolera cuando existen dos o más dueños de un área cuyo recurso mineral se encuentra depositado contiguamente en el subsuelo sin respetar los límites de propiedad o fronteras internacionales establecidos en la superficie , y cuya explotación debiera ser conjunta.

Lo complicado del asunto es que según el acuerdo establece que un experto fallara sobre las controversias a la distribución de la producción del yacimiento. Cabe destacar que el denominado experto no solo determinara sobre los intereses de una empresa u otra sino la de dos estados soberanos que comparten yacimientos transfronterizos.

²⁰⁰ González, Roxana, “Entra en vigor el acuerdo con EU de yacimientos transfronterizos” En: <http://www.elfinanciero.com.mx/mundo/entra-en-vigor-el-acuerdo-con-eu-de-yacimientos-transfronterizos.html> (Fecha de consulta: 06 de agosto de 2015).

Asimismo los intereses de México para explotar el petróleo en la zona limítrofe ya que si así lo dispone el gobierno estadounidense y el mercado internacional podrían acabar con los recursos de esta zona dejando a México sin una visión a largo plazo para disponer estos recursos.

De esta manera queda pendiente como va abordar México las controversias cuando se tenga que decidir entre el derecho estadounidense o el mexicano aplicable cuando se celebren los contratos de unificación o si sea acudir a una instancia neutra como la sede de arbitraje en caso de disputa. No hay que dejar de recalcar que tratado en esencia solo define el marco jurídico por el cual los dos gobiernos podrán acordar la existencia de un yacimiento transfronterizo, y los lineamientos y requerimientos que los licenciatarios deberán cumplir para que su contrato de unificación sea aprobado por ambos gobiernos dejando el contenido del contrato a la libre negociación de las empresas licenciatarias.

Con la implementación de la reforma energética y el acuerdo transfronterizo se promete un escenario de disminución del costo de energías derivadas de combustibles fósiles, lo cierto es que se están generando ventajas competitivas para los inversionistas privados, descuidando a la empresa estatal (Pemex) que ha generado mayor aporte al Producto Interno Bruto a lo largo varias décadas.

Ante la implantación de la reforma energética es fundamental que en el país se promueva el desarrollo de energías de fuentes renovables, con el fin de diversificar el portafolio energético, y acceder a energías limpias, de bajo costo.

4.2 Prospectiva en relación con las energías alternativas a nivel internacional

Ante la decadencia en la producción de combustibles fósiles es fundamental analizar los cambios que se están generando en el sistema energético internacional, en relación con nuevas opciones energéticas.

Con base en las tendencias energéticas y climáticas, la Asociación Internacional de Energía (AIE), en su estudio World Energy Outlook 2011, plantea para el periodo 2011-2035, tres escenarios globales, lo cual permite evaluar las dificultades y oportunidades en el sistema energético internacional. Las estimaciones de uso de energía renovable se visualizan en los siguientes escenarios:²⁰¹

- Escenario de Políticas Actuales: 14% de la energía renovable respecto al total de la demanda en el año 2035.
- Escenario de Nuevas Políticas: 18% de la energía será renovable respecto al total de la demanda en el año 2035.
- Escenario 450: el 27% de la energía será renovable, respecto al total de la demanda en el año 2035.

El Escenario de Políticas Actuales corresponde al sistema actual, basado en un alto consumo de recursos fósiles. El escenario de Nuevas Políticas es un escenario intermedio que se basa en los más recientes compromisos en política energética, los cuales, desafortunadamente no están respaldados por compromisos firmes, tal como tratados o acuerdos internacionales. El escenario 450, parte del objetivo de limitar el uso de combustibles fósiles, para evitar la elevación de la temperatura global a más de 2 grados centígrados.

²⁰¹ "Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026" http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf (Fecha de consulta: 09 de Septiembre de 2013)

Ante este panorama, el escenario 450 podría traer equidad al sistema energético al proveer de energía eléctrica a la mayor parte del mundo y a contribuir a frenar el cambio climático. Algunos países proponen como meta no permitir que la temperatura global suba a más de dos grados centígrados; para contribuir a mitigar el cambio climático se requiere de una transición energética a través del desarrollo de las energías renovables, ya que contribuyen a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI).

En la gráfica 4.1 se observa que los primeros siete países, con mayor desarrollo de energía renovable en la generación de electricidad son: Paraguay, Islandia, Noruega, Brasil, Colombia, Venezuela y Canadá.

También se observa que China, India, Kazajistán, Australia, Sudáfrica destacan por su alto consumo de carbón. En cuanto al consumo de energía nuclear sobresalen en orden decreciente: Francia, Ucrania, Corea del Sur, Japón, España, Alemania, Estados Unidos y Canadá. En relación al uso del gas natural sobresalen, en el mismo orden, Emiratos Árabes Unidos, Irán, Egipto, México, Reino Unido, Rusia, Argentina y Arabia Saudita. En relación al consumo de petróleo, están aquellos países que cuentan con reservas, o bien, han sobreexplotado este recurso: Arabia Saudita, Irán, Indonesia, Egipto y México.

Cabe señalar que en los últimos años se ha experimentado un aumento en la producción del gas y carbón, sobre todo en países como China e India, lo cual amenaza con seguir aumentando la emisión de gases de efecto invernadero, especialmente proveniente del carbón.

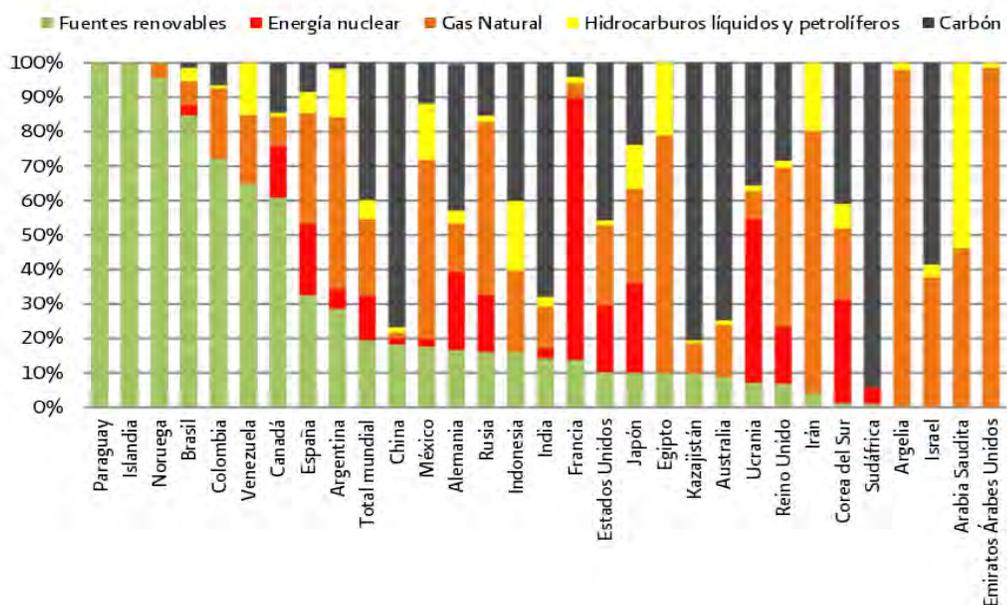
Por otra parte, los cinco países más importantes en capacidad instalada de energía renovable, incluyendo las pequeñas hidroeléctricas son: China (70 Gw²⁰²), Estados Unidos (68 Gw), Alemania (61 Gw), España (28 Gw) e Italia (22 Gw). Si se incluyen las grandes hidroeléctricas la lista de países cambia quedando como

²⁰² Gigawatts (Gw)

Líderes China (282 Gw), Estados Unidos (147 Gw), Brasil (86 Gw), Canadá (74 Gw) y Alemania (65 Gw).²⁰³

Gráfica 4.1

Composición de la generación de electricidad por tipo de energía en algunos países, 2010 (Participación porcentual)



Fuente: World Energy Balances 2012, Extended Energy Balances, IEA, 2012.

Las energías renovables, como fuente de seguridad energética, están ganando presencia en el escenario internacional, al grado que en el 2010 llegaron a tener una inversión de 211 billones de dólares, con destacado crecimiento en economías en desarrollo.

El desarrollo de energías renovables en cada país depende de factores económicos, tecnológicos, geográficos, así como de las políticas energéticas. La

²⁰³ *Ibíd.*

tendencia en países de África y Medio Oriente está encaminada, en su mayoría, al consumo de combustibles fósiles debido a su abundancia. En Europa la tendencia se inclina a las renovables debido a que las fósiles escasean.

Este tipo de energías tienen varias ventajas sobre los combustibles fósiles, ya que no son finitas, no contaminan, crean nuevos empleos, y están presentes en todo el mundo. También tienen algunas desventajas, al ser consideradas inferiores en cuanto a la menor potencia de energía comparada con las fósiles, son intermitentes, se necesita tecnología avanzada y en algunos casos, grandes extensiones de suelo para su instalación.

La tendencia indica que los costos de producción de las tecnologías de energías renovables por unidad de producción continuarán descendiendo durante los siguientes años, debido a la mayor participación de éstas en el mercado energético mundial, acelerando el progreso tecnológico y el desarrollo de las economías que se enfoquen en la fabricación de los equipos asociados.

Algunas de las energías renovables se encuentran en una fase avanzada y han sido comercializadas alrededor del mundo de forma masiva, otras se encuentran en fase de prueba aún, y no son comerciables a gran escala como es el caso del hidrógeno.

La nueva configuración del sistema organizacional top-down (vertical o descendente) de la sociedad está dejando lugar a un nuevo tipo de organización de relaciones distribuidas y colaborativas que será fundamental para el desarrollo de las energías alternativas. De tal manera que los usuarios podrán aportar energía al sistema cuando las redes inteligentes comiencen a formar parte de la infraestructura, podrán venderse los excedentes de energía, que se obtengan los sistemas instalados en los domicilios.

El nuevo sistema energético será impulsado por la implantación de energías renovables, lo cual requerirá modificar la infraestructura en todos los niveles del sistema. Es decir, desde la fuente de energía, el transporte de la misma, las líneas de distribución, así como su almacenamiento; todo el sistema tendrá que ser adaptado. Para sostener esta nueva revolución se necesitarán, según Jeremy Rifkin, 5 pilares básicos, que ayudarán a mantener estable al nuevo sistema energético:

“1) la transición hacia la energía renovable; 2) la transformación del parque de edificios de cada continente en microcentrales eléctricas que recojan y reaprovechen *in situ* las energías renovables; 3) el despliegue de la tecnología del hidrógeno y otros sistemas de almacenaje energético en todos los edificios, y a lo largo y ancho de la red de infraestructuras, para acumular energías como las renovables que son de flujo intermitente; 4) el uso de la tecnología del internet para transformar la red eléctrica de cada continente en una interred de energía compartida que funcione exactamente igual que internet (millones de edificios podrán generar locamente *-in situ-* pequeñas cantidades de energía y podrán vender los excedentes que reingresen en la red, compartiendo esa electricidad con sus vecinos continentales), y 5) la transición de la actual flota de transportes hacia vehículos de motor eléctrico con alimentación de red y/o con pilas de combustible, capaces de comprar y vender electricidad dentro de una red eléctrica interactiva continental de carácter inteligente”.²⁰⁴

La transición a las energías renovables será la base fundamental de la nueva revolución industrial, la cual necesitará de fuentes alternativas como la solar, eólica, geotérmica, energía oceánica, biomasa etc. para satisfacer la demanda energética. Aunque cubren solo una quinta parte del mix energético, están creciendo bastante rápido ante la contracción de la producción de petróleo.

En la Unión Europea se ha entendido bien este concepto y varios países ya han comenzado a invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías e infraestructura.

²⁰⁴ Jeremy Rifkin, 2012, *La Tercera Revolución Industrial*, Ed. Paidós, Madrid, España, p. 60.

Las proyecciones señalan que para el año 2020, se podría llegar a obtener la tercera parte de la electricidad de fuentes renovables. Además, cuando el 15% de la energía pueda ser generada con las renovables, será necesario contar con sistemas de almacenamiento para no desperdiciar la energía producida, debido a su flujo intermitente.²⁰⁵

Algunos edificios se están convirtiendo a su vez en pequeñas centrales eléctricas. En 25 años habrá millones de edificios, viviendas, oficinas, centros comerciales y parques tecnológicos que serán construidos para servir como “plantas de poder de energía”.²⁰⁶ Estos edificios generarán energía de forma local a partir del sol, el viento, los residuos orgánicos y térmicos, abasteciendo su propia demanda y podrán vender su excedente al sistema energético.

Uno de los principales problemas que tienen las energías renovables es que dependen de fenómenos climáticos intermitentes, es decir que el sol no siempre brilla, el viento no sopla con la misma intensidad, por lo que será necesario almacenar esta energía para cuando se necesite. Otro de los problemas que se ha enfrentado con las energías renovables, es el traslado de la energía de las granjas de energía eólica, los campos de energía solar, o del mar que genera energía oceánica, puesto que se pierde gran parte de la energía generada, en el traslado.

Para la distribución de la energía generada y almacenada se necesitará una red inteligente donde se puede cargar y obtener electricidad. Esta red usará tecnología similar a la del internet, de tal manera que las personas que generen su propia energía podrán compartirla, de igual manera como se comparte la información en la red Internet. Para esto se tendrán que reconfigurar las redes eléctricas mundiales.

²⁰⁵ *Ibíd.* p. 61.

²⁰⁶ *Ibíd.* p. 71

Las energías renovables serán capaces de trabajar en conjunto dentro del sistema energético bajo un marco legal que regule su despliegue a través de una nueva red inteligente que permitirá que la energía eléctrica generada fluya en varias direcciones. El sistema eléctrico será como un sistema entrelazado. Probablemente, primero veamos pequeños sistemas de cogeneración de gas en cada edificio para proveer de energía, en conjunto con las renovables.²⁰⁷

Algunas empresas y países están desarrollando un tipo de red inteligente que permite aportar energía al sistema. En Estados Unidos se asignó un presupuesto para el desarrollo de la red de distribución inteligente para todo el país. Los fondos estarán destinados a la instalación de medidores eléctricos digitales, sensores de transmisión por la red y sistemas de almacenaje de energía con el propósito de introducir la alta tecnología en la distribución de electricidad. CPS Energy en San Antonio (Texas), Xcel Utility en Boulder (Colorado) y PG&e, Sempra y Southern Edison en California, se encargarán de instalar los elementos necesarios para la red inteligente en los siguientes años. Otras empresas involucradas en el desarrollo de esta red inteligente son IBM, Cisco Systems, Siemens y General Electric.²⁰⁸

Una ventaja de implementar las energías renovables dentro de las grandes ciudades y compartirla a través de la red inteligente, es que se aprovecharía al máximo, sin pérdidas de transporte, además se podría almacenar en baterías que funcionen en base de hidrógeno. Gracias a la producción de energía eléctrica a partir de las renovables, pasaría de ser unidireccional a bidireccional, dando más control sobre el consumo y generación a los propios usuarios.

Se estipula que transformar la actual infraestructura eléctrica en una nueva red inteligente entre 2010 y 2030, costaría aproximadamente 1,5 billones de dólares.²⁰⁹ Una vez que las energías renovables ganen terreno en el mix energético

²⁰⁷ Karl Mallon, 2010, *Renewable Energy Policy and Politics*, Earthscan, Londres, Reino Unido, p.27

²⁰⁸ Jeremy Rifkin, 2012, *Op. cit.* p. 79

²⁰⁹ *Ibidem.*

y que los edificios se conviertan en mini centrales eléctricas unidos por una red inteligente de flujo bidireccional, se tendrá la infraestructura adecuada para que el transporte pueda utilizar motores eléctricos propulsados por baterías de combustible de hidrógeno.

En los últimos siglos, los países industrializados han transformado su calidad de vida mediante la explotación de fuentes de energía fósil y la energía nuclear a gran escala. Sin embargo, cerca del 20% de la población mundial sigue aún sin acceso a la electricidad. Además dos veces ese porcentaje cocina con biomasa tradicional de una manera insostenible.

La diversificación del portafolio energético a partir de las energías renovables, permitiría incrementar el tiempo de vida de las energías fósiles y el uranio. La energía fósil es fundamental para la elaboración de los productos, que se fabrican a partir de los derivados del petróleo, tal como materiales de plástico, productos farmacéuticos, ropa de fibras sintéticas productos petroquímicos, etc. Es factible preservar estas fuentes de energía fomentando el uso de las energías alternativas, en la producción de electricidad para la industria y el transporte.

El crecimiento de las energías renovables es una realidad, al igual que la tecnología e infraestructura que se puede desarrollar a partir de éstas. Así como el desarrollo de la red internet vino a revolucionar la comunicación en el mundo para hacer negocios y transferir información sin mayores restricciones, la diversificación energética dará la capacidad de los usuarios para generar su propia energía. Con ello se transformará todo el sistema energético internacional, creando nuevas empresas que a su vez darán empleo a miles de personas en todo el mundo, acelerando la economía mundial, y democratizando el acceso a la energía. Además de que contribuyen a disminuir el cambio climático que está impactan al mundo entero, multiplicando los fenómenos “naturales” que afectan al ser humano y a los ecosistemas de la tierra. Aún falta mucho para que las energías renovables puedan

cubrir la demanda mundial, pero su aplicación es cada vez más competitiva en el mercado energético.

4.3 Prospectiva de energías alternativas en México y el mundo

Las opciones que tiene México para asegurar un suministro constante y confiable de energía, depende de una política energética que potencialice el uso eficiente de las energías renovables. La primera se refiere a producir lo mismo con una cantidad menor de energía sin importar de donde se obtenga, lo cual significa un ahorro de energía. La segunda significa un cambio de fondo en el sistema energético, que permita desarrollar el potencial que tienen las energías renovables en el país, lo cual influiría en la reducción de gases de efecto invernadero.

En México la población crece día con día y con ello aumenta la demanda de energía. Actualmente subsistimos en un sistema económico basado en las energías fósiles, lo cual hace que el sistema sea frágil, la falta de suministro puede ocurrir en cualquier momento ya sea por desastres naturales, conflictos políticos, guerras, etc. Además, como país petrolero se ha realizado una producción intensiva, al grado que, varios especialistas argumentan que ya se han extraído más de la mitad de las reservas, por lo que el declive de la producción de petróleo ya es inevitable.

Ante la disminución de las reservas petroleras se plantea como solución el desarrollo de las energías renovables, que en los últimos años han ido ganando mayor presencia en el mercado energético. Una gestión sustentable de los recursos fósiles, conjugada con una política de inversión en las energías renovables podría preparar al país hacia la diversificación del portafolio energético.

Ya se ha analizado el escenario tendencial donde a México, en el futuro cercano, con la reforma energética del 2013 en el cual sigue siendo dependiendo de las energías fósiles, generando reformas que permiten la inversión privada para evitar el declive de las reservas. A continuación se analiza el potencial energético

de las energías renovables en México fungiendo como variables clave para sustentar el escenario deseable donde el país tiene un amplio portafolio energético y no tiene una dependencia dominante de las energías fósiles. El objetivo es planear prospectivamente el escenario deseable, para estar preparados para el momento en que Pemex no pueda extraer más petróleo y gas, de una manera rentable, y no tener que depender de empresas extranjeras para abastecer de energía al país.

En México, gran parte de la infraestructura energética está destinada a las energías fósiles, desafortunadamente se sigue promoviendo el desarrollo de dicha infraestructura. La relevancia de incentivar la diversificación de la oferta energética e incrementar el uso de energías renovables es primordial para México, por factores estratégicos, ya que la dependencia hacia los hidrocarburos, como el gas y el petróleo, nos hace vulnerables a las variaciones en términos económicos y ambientales.

En este contexto, la evolución del sistema energético mexicano, parece favorable. En el 2011, la capacidad instalada de fuentes renovables de energía renovable se estimó en 1,360 gigawatts (Gw), cerca de 8% más de lo registrado en 2010, cifra que llegó a representar alrededor de un cuarto de la capacidad total instalada (estimada en cerca de 5,360 GW en 2011) y alrededor del 20.3% del suministro global de energía eléctrica. La energía eólica y solar fotovoltaica, fueron las que incrementaron su capacidad durante 2011, con 40% y 30% respectivamente, seguidas por la hidroeléctrica con casi 25%.²¹⁰

A continuación se analizan las seis fuentes de energía renovable que tienen mayor desarrollo en el mundo y que cuentan con potencial para México.

²¹⁰ *Ibíd.*

a) Biomasa

Uno de los primeros recursos naturales que el hombre primitivo utilizó para generar energía fue el la biomasa. Hay tres tipos: a) La biomasa de residuos vegetales en forma de troncos que se utiliza para hacer fogatas, para obtener calefacción, cocinar alimentos y protegerse de otros depredadores. b) El gas metano que se emplea como combustible, es generado a partir de un proceso de descomposición de residuos vegetales y animales. c) El que se obtiene de un proceso químico de biocombustible a partir de las propiedades aceitosas de ciertos vegetales, los residuos de aceites y la fermentación para obtener alcohol.

La producción de biocombustibles a partir de la biomasa puede contribuir al bienestar económico de una comunidad en cualquier parte del territorio nacional, con criterios sustentables, se puede contribuir a reducir el impacto en la calidad del aire, el agua y el suelo, y a disminuir la emisión de gases de efecto invernadero. Entre los cultivos que producen bioetanol se encuentran la caña de azúcar, trigo, maíz, remolacha y lignocelulósico. El biodiesel se produce a partir de la palma, colza, higuera, jatropha y sachá inchi.²¹¹

La biomasa para la generación de electricidad alcanzó los 72 GW a nivel mundial a finales de 2011. La producción de electricidad a partir de biomasa se incrementó 7% promedio anual durante el periodo 2000-2010, pasando de 101.5 TWh a 195.5 TWh. A finales de 2010, Estados Unidos participó con 56.7 TWh de generación de este tipo energía – 28.5% de la producción mundial, la producción en 2011 en comparación con el año anterior se elevó a 56.7 TWh alcanzando, una capacidad instalada de 13.7 GW; seguido por la Unión Europea (encabezada por Alemania, Suecia y Reino Unido) con 26.2 GW; Brasil, China, India y Japón.²¹²

²¹¹ Cortés Marín, Elkin, Suárez Mahecha, Héctor y Sandra Pardo Carrasco, 2009, Biocombustibles y autosuficiencia energética, *Dyna*, Vol. 76, N°158, junio, Universidad de Colombia, Colombia,. P 101-110.

²¹² Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026”, *Op.cit.*

La producción mundial de biocombustibles ascendió a 107 miles de millones de litros (MMMI) en 2011, lo que equivale a 3% del consumo mundial de combustible del sector transporte. Los biocombustibles incluyen etanol (extraído principalmente del maíz y caña de azúcar) y al biodiesel (producido a partir de aceites vegetales). En el caso del etanol, proveniente del maíz, representa más de la mitad de la producción mundial, y el derivado de la caña de azúcar, alrededor de una tercera parte. El aumento de la producción de este tipo combustibles a nivel mundial fue de 19.8% en el periodo 2001-2011.²¹³

La producción mundial de ese biocombustible saltó de 69 millones de litros en 2006 a 2,400 millones en 2010, con Brasil como el segundo mayor mercado, detrás de Alemania, que produce y consume biodiesel desde hace más tiempo, según datos del Gobierno del país sudamericano. En los últimos dos años, EU ha producido casi 1,000 millones de galones, por lo que se convirtió en el primero en alcanzar los volúmenes de producción de los energéticos a gran escala, según datos de la Agencia de Protección al Ambiente de Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés).

Los biocombustibles contribuyen en pequeña escala, pero de manera creciente, al mercado de combustible de algunos países, y en algunos países se ha desarrollado una industria especializada, es el caso de Brasil, donde el etanol derivado de la caña de azúcar sustituye en un 50% ²¹⁴ a la gasolina como combustible para el transporte. Desde el lanzamiento del Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiesel, en diciembre de 2004, hasta finales de 2011, Brasil dejó de importar 7,900 millones de litros de diesel, lo que equivale a una ganancia alrededor de 5,200 mdd en su balanza comercial.²¹⁵

²¹³ *Ibíd.*

²¹⁴ *Ibíd.*

²¹⁵ "México queda 'frito' en biocombustibles". En: <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/09/20/mexico-frito-en-biocombustibles>. (Fecha de consulta 29 de Abril de 2014).

La tendencia en el crecimiento de uso de biomasa para generar combustible líquido y gas, ha crecido, particularmente los biocombustibles los cuales aumentaron un 37% entre 2006 y 2009.²¹⁶ La Asociación Mundial de Bioenergía señala que si desarrolla el potencial bioenergético del planeta podría satisfacer la demanda de energía mundial para el 2050. Sin embargo, el debate siempre está presente en cuanto al uso de los sembradíos para generar combustible o comida, por lo que el criterio de desarrollo sustentable tendrá que ser aplicado con especial cuidado en cuanto a la implementación de este tipo de energía, para definir las prioridades del mercado y la población. Cultivar maíz para producir bioetanol por ejemplo puede llegar a afectar el mercado alimenticio reduciendo la oferta y aumentando el precio para el consumidor, además de que se necesita utilizar grandes cantidades de agua y terreno para producirlo.

En la actualidad, México tiene un rezago en el agro, con lo cual la industria agro-energética puede inducir el desarrollo económico en el medio rural, el desarrollo agrícola y agroindustrial, y la creación de empleos. México importa cerca del 80% de las semillas oleaginosas que se ocupan para la producción de biocombustibles, lo que aumenta el costo de producción de biodiesel con aceites vírgenes. Aunque podría ampliarse el marco regulatorio, ya que al competir con la producción de alimentos, puede influir en el aumento en el precio de los alimentos, por la ocupación de tierras; también se puede afectar la biodiversidad y contribuir a la deforestación, ya que en varios países se están talando grandes áreas de bosques para producir biocombustibles.

En México compañías como BioFuels o Biodiesel Morec han encontrado un negocio en el reciclaje de aceite comestible para generar biocombustibles, la producción es muy variada, ya que depende del aceite que recibe de sus socios, y su planta puede generar hasta 100,000 litros al mes. El biodiesel se obtiene al refinar el aceite de grandes empresas productoras de alimentos como Alpura, Chili's, La Mansión, McDonald's, Cinépolis o Toks y cuando ellos recompran el

²¹⁶ Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

combustible tienen un descuento del 10%. Las emisiones de gases invernadero son 90% menores a las de la gasolina común.²¹⁷

Considerando el subsidio a la gasolina, los apoyos para este tipo de empresas es limitado, y la falta de materia prima encarece los precios de este proceso. El uso de aceites reciclables tiene la ventaja ambiental, de que no afecta la producción de alimentos destinados al consumo humano, a diferencia del bioetanol o biodiesel que se elaboran a partir aceites vírgenes.

En las propuestas de reforma energética presentadas hasta ahora, es escaso el énfasis en los biocombustibles, pues se habla sólo del impulso a la industria petrolera.

Desde el 1° de julio de 2011, entró en vigor en México la Norma Internacional ASTM D7566, para el uso de biocombustibles mezclados con turbosina convencional; las aerolíneas comerciales están realizando vuelos comerciales con biocombustible. Esta norma es un gran avance para la aviación comercial, pues fomenta el uso de biocombustibles. La bioturbosina se compone de una mezcla de turbosina derivada del petróleo, así como de hidrocarburos obtenidos de la planta oleaginosa *jatropha*, que se cultiva en varias regiones del mundo, incluyendo el sur de México.²¹⁸

Aeroméxico, Boeing y el gobierno mexicano participaron en el primer vuelo transcontinental comercial cubriendo la ruta México-Madrid, en un avión de cabina ancha impulsado por motores General Electric con biocombustible. El vuelo se efectuó con una mezcla de 70% combustible tradicional y 30% de biocombustible, la cual fue suministrada por Aeropuertos y Servicio Auxiliares (ASA). De igual forma la aerolínea Interjet en colaboración con ASA realizó los dos primeros vuelos de

²¹⁷ *Ibidem*.

²¹⁸ "Vuelo México-Madrid emplea bioturbosina", en *Energía hoy no. 90*, septiembre 2011. p. 18.

itinerario comercial nacional con biocombustible certificado que cumple la norma ASTM D7566.

La bioturbosina (biodiésel parafínico sintético) que fue utilizada para estos vuelos fue producida a partir de aceite vegetal de *Jatropha* cultivada por productores mexicanos de Chiapas. ASA, en colaboración con el gobierno del estado y productores independientes, realizó las tareas de acopio de la semilla de *Jatropha*, la extracción del aceite así como el transporte a las instalaciones de la empresa estadounidense UOP-Honeywell para su transformación en bioturbosina y finalmente retornó al país para su almacenamiento.²¹⁹

La producción de la bioturbosina no es un combustible altamente rentable, puesto que su producción a nivel comercial apenas comienza, y es más caro que la turbosina convencional, sin embargo, no se debe desechar este nuevo mercado para México. En este sentido, se trata de un mercado prospectivo, ya que en el país contamos con las condiciones naturales para el cultivo de *Jatropha*, tan solo se deberían otorgar las facilidades para que se construya una refinería para la producción de la bioturbosina. De hecho, Chiapas tiene establecidas 7 mil hectáreas de *Jatropha*, con un potencial de producción de hasta 12 mil litros de biodiésel al día, en una planta.

Como la mayoría de las energías renovables la biomasa tiene un mayor coste de producción frente a la energía que proviene de los combustibles fósiles debido al menor rendimiento energético de los combustibles derivados de la biomasa, además de ser de producción estacional. Sin embargo, al integrar este tipo de combustibles hay que considerar el alto impacto en la disminución de las emisiones de CO² y la huella de carbono. Aunque para el aprovechamiento energético de esta fuente renovable se tiene que proceder a una combustión, y el resultado de la misma

²¹⁹ "Interjet también realiza viaje con biocombustible", en *Energía hoy no. 90*, septiembre 2011 p. 19.

sea agua y CO², la cantidad de este gas causante del efecto invernadero, no supone un incremento de este gas a la atmósfera.

La tendencia en el crecimiento de uso de biomasa para generar combustible líquido y gas, ha crecido, particularmente los biocombustibles los cuales aumentaron un 37% entre 2006 y 2009.²²⁰ La Asociación Mundial de Bioenergía señala que si desarrolla el potencial bioenergético del planeta podría satisfacer la demanda de energía mundial para el 2050. Sin embargo, el debate siempre está presente en cuanto al uso de los sembradíos para generar combustible o alimentos, por lo que el criterio de desarrollo sustentable tendrá que ser aplicado con especial cuidado en cuanto al desarrollo de este tipo de energía para definir las prioridades del mercado y la población. Cultivar maíz para producir bioetanol, por ejemplo, puede afectar el mercado alimenticio reduciendo la oferta y aumentando el precio para el consumidor, además de que se necesita gran cantidad de agua y terreno para producirlo.

b) Energía geotérmica

La capacidad mundial de energía geotérmica aumentó 3% promedio anual durante el periodo 2001-2011 y ascendió un 20% entre 2005 y 2010. Sin embargo, solo 9 de los 39 países que cuentan con alto potencial para cubrir su propia demanda, han desarrollado el potencial instalado en pequeña escala.²²¹

A finales de 2011, se contaba con aproximadamente 11,200 MW de capacidad geotérmica de generación de electricidad, que produjo más de 69,000

²²⁰ Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

²²¹ *Ibíd.* p. 66

GWh por año. Desde el 2004 los países que aprovecharon esta fuente energética fueron Indonesia, Islandia, Nueva Zelanda, Estados Unidos y Turquía. Destacando Turquía e Islandia por el crecimiento que tuvieron de más del 200%, cada uno.

En el 2011, a pesar de que las plantas geotérmicas operaron en 24 países, el 86% de la capacidad generada se concentra en solamente siete países: Estados Unidos (3,100 MW²²²), Filipinas (1,900 MW), Indonesia (1,200 MW), México (887 MW), Italia (840 MW), Islandia (630 MW) y Nueva Zelanda (580 MW). Cabe señalar que Islandia genera alrededor del 25% de su electricidad con energía geotérmica, y Filipinas cerca del 18% (ver gráfica 5.2).²²³

A nivel mundial, México ocupa el cuarto lugar como generador de electricidad por medio de la energía geotérmica con una capacidad instalada de 887 MW que equivale a un 7.9% del total mundial en 2011.²²⁴ Esto habla de la importante industria que se podría generar, gracias a esta ventaja competitiva, se podrían realizar tratados comerciales con países de Latinoamérica, para intercambiar de tecnología.

De acuerdo con información de la CFE, en diciembre de 2011 se encontraban en operación 38 unidades de generación geotermoeléctrica, y con el mayor aprovechamiento en las zonas de Mexicali, Baja California, en la central de Cerro Prieto con 720 MW, lo que representa el 72% de la capacidad total. El restante 28% es aportado por los Azufres, Michoacán (195.6 MW), Humeros, Puebla (35 MW) y Tres Vírgenes, Baja California Sur (10 MW). En total, la capacidad efectiva de generación geotermoeléctrica nacional es 886.6 MW. En el mapa 5.1 se identifican con letras mayúsculas los campos en explotación, y con puntos anaranjados las áreas susceptibles de aprovechamiento geotérmico.

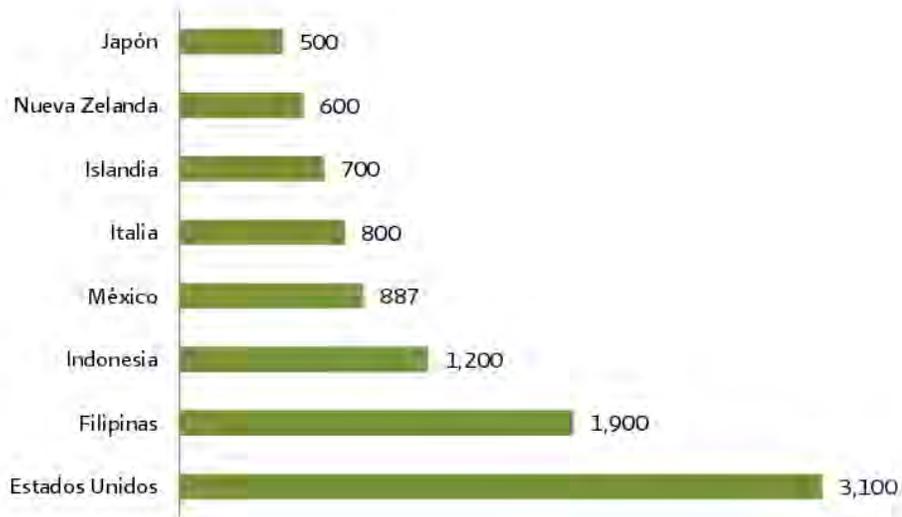
²²² MW: megavatio, unidad de potencia en el Sistema Internacional equivalente a un millón de vatios.

²²³ Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

²²⁴ "Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026", *Op. cit.*

Gráfica 4.2

Capacidad de energía geotérmica. Principales países, 2011 (MW)



Fuente: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf

También se observa que en el país existen diversas zonas con potencial para desarrollar plantas geotérmicas, para lo cual se requieren inversiones que tienen un plazo de amortización a lo largo de la vida útil de funcionamiento, a fin de generar energía renovable.

El potencial de aprovechamiento geotérmico que se puede desarrollar en México, equivale a 10,644 MW, divididas entre reservas probadas, reservas probables y reservas posibles, como se explica a continuación:

- Reservas probadas. Son aquellas de las cuales en base a estudios geológicos y de ingeniería, se estiman con certeza, explotables comercialmente en condiciones económicas y con métodos de operación actuales; en este caso el potencial estimado es de 1,144 MWe²²⁵ e incluye a

²²⁵ MWe: en la industria eléctrica, el megavatio eléctrico es un término que se refiere a la potencia eléctrica.

Cerro Prieto, Baja California, Los Azufres, Michoacán, Los Humeros, Puebla y Cerritos Colorados, Jalisco.

Mapa 4.1



Fuente: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf

- Reservas probables. Son las que a través del análisis geológicos y de ingeniería, aportan datos probabilísticos (Montecarlo) del método volumétrico, e indica que hay una probabilidad de, al menos, 50% de que las cantidades por recuperar sean iguales o mayores que la suma de las reservas probadas y reservas probables. En este caso, el potencial estimado para estas reservas es de 2,077 MWe distribuidos en las siguientes localidades: La Primavera, San Marcos y Los Hervores en el estados de Jalisco; zonas cercanas a Los Humeros en Puebla; Araró, Ixtlán y San Agustín, en Michoacán; y San Bartolomé y Puroaguita en Guanajuato.

- Reservas posibles. Se refiere a las que, por sus volúmenes, situación geológica y de diseño son de recuperación comercial incierta, en comparación con las reservas probables. De acuerdo a este planteamiento, cuando se utilizan métodos probabilísticos la suma de las reservas probadas, probables y posibles, tendrá al menos una probabilidad del 10% de que las cantidades realmente recuperadas sean iguales o mayores. Para este tipo de reservas el potencial estimado es de 7,423 MWe.

Destaca el campo geotérmico Los Azufres que opera desde 1982, y es el segundo generador de energía geotermoeléctrica del país. Después de 30 años funcionamiento, se encuentra en planes de expansión, con una inversión de 87 millones de pesos, se pretende crear el proyecto Azufres III Fase para el 2014.²²⁶

A partir de la información y tecnologías vigentes, y de acuerdo con un estudio elaborado por la consultora PWC para el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, existe un potencial de energía geotérmica de 10,000 MW a nivel nacional. Por tal motivo, se fijó el objetivo de desarrollar 2,200 MW geotermoeléctricos para el 2020, lo cual permitiría al país reducir las importaciones de gas hasta en un 13% para cubrir la demanda de energía, teniendo un impacto en el PIB estimado en 95.4 miles de millones de pesos, 117.3 miles de millones de pesos de inversión, e ingresos tributarios por 8 mil millones de pesos.²²⁷

De llegar a la meta, en el 2020 se podrían reducir un 14% de las emisiones de CO² y generar 36,700 empleos directos e indirectos en los sectores involucrados de la industria nacional.²²⁸ De igual forma se desarrollarían económicamente las zonas donde se encuentran dichos recursos renovables, además de que se

²²⁶ “Los Azufres, energía desde el centro de la Tierra”<http://www.obrasweb.mx/construccion/2012/10/12/desde-el-centro-de-la-tierra> (Fecha de consulta 05 de Abril de 2014).

²²⁷ *Ibíd.*

²²⁸ *Ibíd.*

generaría una industria especializada capaz de exportar a otros países la tecnología y el conocimiento en el rubro.

c) Energía eólica

La capacidad eólica a nivel global también tiene altos estándares ya que solo aprovechando el 20% del viento disponible en el planeta, se podría generar siete veces más la electricidad que el mundo consume día a día.²²⁹ Si la tendencia en el mercado sigue a favor de las renovables los precios podrían bajar más de tal acortando el plazo de amortización.

La generación eléctrica acumulada de energía eólica a nivel mundial llegó a 238 Gw (energía generada), con un crecimiento anual de 25.5% en el periodo 2001-2011. Durante 2011, la capacidad instalada de energía eólica dio un gran salto con 40 Gw a nivel global, 20% más con respecto a lo registrado en 2010. Las nuevas instalaciones logradas en 2011 equivalen a una quinta parte del total además la capacidad acumulada se duplicó en menos de tres años.²³⁰

El avance en la capacidad instalada se logró en países desarrollados y en naciones emergentes; se ha impulsado principalmente por China, país que produce casi la mitad del mercado global con 17.6 Gw, siguiéndole Estados Unidos con 6.8 Gw y la Unión Europea con 9.6 Gw, aportados principalmente por Alemania, España, Francia, Italia, Reino Unido, Portugal y Dinamarca.

Brasil y México instalaron 0.54 GW y 0.21 Gw, respectivamente durante 2011, con cual sumaron al final del año, 1.47 y 0.67 Gw de capacidad instalada.²³¹ En el mapa 5.2 se observa que las regiones de México con mayor potencial eólico, se encuentran en la zona del Istmo de Tehuantepec (más de 800 W/m³), la costa

²²⁹ *Ibíd.* p. 65.

²³⁰ *Ibíd.*

²³¹ *Ibíd.*

Norte del Golfo de México (entre 400 y 800 W/m³) y en la parte norte de la Península de Baja California (entre 400 y 800 W/m³).

A finales de 2011 la CFE en México, tuvo en operación, las centrales de La Venta en Oaxaca (84.7 Mw de potencia instalada), Guerrero Negro en Baja California Sur (0.6 Mw) y el generador de la COP 16 (1.5 Mw), lo que suma una capacidad total de generación de energía eléctrica de 86.8 Mw.²³² Es un hecho que el crecimiento de la oferta de aerogeneradores ha llevado a que su precio disminuya y represente un papel competitivo en el mercado energético. En el caso de México, los sitios en los que se encuentran las granjas de este tipo de energía están lejos de las grandes urbes. En la actualidad se están creando redes con mayor potencia de transmisión, evitando pérdidas por las grandes distancias, con lo cual, en un futuro cercano se podría abastecer una parte de la demanda energética con la energía eólica.

Cabe señalar que la mayor capacidad de generación en este rubro lo tienen las empresas particulares. En diciembre de 2011, la CFE había otorgado 27 permisos para la generación eléctrica en las modalidades de auto abastecimiento, de los cuales solo siete corresponden a plantas que entraron en operación en 2011. Las plantas eólicas se encuentran ubicadas en los estados de Baja California y Oaxaca, con una capacidad autorizada total de 588.3 MW y una generación anual de 2,063.59 Gwh/año. En el 2012 entraron en operación en el estado de Oaxaca, otras tres plantas en la modalidad de productor independiente de energía. A su vez se encuentran en construcción 17 plantas, en los estados de Baja California, Nuevo León, Oaxaca, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz,²³³ con una capacidad de 2,281.0 Mw.

²³² *Ibíd.*

²³³ *Ibíd.*

Mapa 4.2

Densidad de potencia del viento a 80 metros de altura en México



Fuente: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf

A pesar del gran potencial eólico de México, y de acuerdo con estudios del Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), solo el 10% del área total puede ser utilizada, debido a factores orográficos, ambientales, sociales, económicos y de factibilidad técnica. De tal manera que el potencial energético eólico estimado en el país es de aproximadamente 71 mil Mw.²³⁴

“Para factores de planta mayores que 30%, se estima un potencial de 11,000 MW y con más de 35% de factor de planta se estima en 5,235 MW. Este último potencial representa los proyectos de inversión más atractivos; sin embargo, en las condiciones que rigen actualmente el mercado nacional de electricidad, los proyectos con factores de planta inferiores al 30% resultan económicamente factibles en ciertos nichos de oportunidad.”²³⁵

²³⁴ *Ibíd.*

²³⁵ *Ibíd.*

Algunas empresas se han interesado en la inversión de energía eólica. Es el caso de Cemex, que en abril de 2014 completó el financiamiento de Ventika, un proyecto que comprende la construcción de dos parques eólicos en Nuevo León, con capacidad conjunta de generar 252 megawatts. Se ubicarán en el municipio de General Bravo, la inversión del proyecto es de aproximadamente 650 millones de dólares (mdd) y se estructuró bajo un esquema de 75% deuda y 25% inversión de capital. Los parques eólicos abastecerán energía renovable a instalaciones de Femsa, Deacero, Tecnológico de Monterrey y Cemex, bajo el esquema de autoabastecimiento aprobado por la Comisión Reguladora de Energía de México. Se espera el inicio de operación comercial en el segundo trimestre de 2016.²³⁶

A su vez el fabricante de aerogeneradores español Gamesa y el Grupo Financiero Santander México han llegado a un acuerdo para desarrollar parques eólicos en el país por una potencia total de hasta 500 megavatios (MW). Desarrollarán durante los próximos tres años en el estado de Oaxaca, una de las zonas de mayor recurso eólico del país, por el que la energía generada se venderá a un tercero.²³⁷

En la actualidad existen varias empresas que se dedican a producir pequeños molinos de viento que pueden ser instalados en los patios de las casas; si se cuenta con paneles solares en los techos, se podría fomentaría la autosuficiencia energética de cada hogar. La generación de energía eléctrica sin un proceso de combustión o de transformación térmica supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio y exento de problemas de contaminación.

²³⁶ “Cemex concreta financiamiento para proyecto eólico en Nuevo León”. En: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/04/10/cemex-concreta-financiamiento-para-proyecto-eolico-en-nuevo-leon> (Fecha de consulta 2 de Abril de 2014).

²³⁷ “Gamesa y Santander desarrollarán 500 MW de parques eólicos en México”. En: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/03/04/gamesa-y-santander-desarrollaran-500-mw-de-parques-eolicos-en-mexico>. (Fecha de consulta 7 de abril de 2014).

En México es factible desarrollar un potencial competitivo de 12,000 W/m³ eólicos hacia el 2020. A partir de dicho potencial se afirma que podría tener en el PIB un estimado en 167 miles de millones de pesos, así como impactos por otros 31 mil millones de pesos asociados con la renta de terrenos y desarrollo de infraestructura de transmisión. También se contribuiría a reducir las importaciones de gas natural hasta en un 17% hacia 2020, sin afectar los márgenes de reserva del Sistema Energético Nacional (SEN). Se podrían reducir entre el 8 y 15% las emisiones de CO², esto es porque se evita la contaminación que conlleva el transporte de los combustibles; gas, petróleo, gasoil, carbón, y se reduce el intenso tráfico marítimo y terrestre cerca de las centrales. Así mismo, se podría generar un promedio de 48,000 empleos directos e indirectos en los sectores relacionados con el sector eólico.²³⁸

La importancia de la energía eólica, también radica en que no contamina, es inagotable y frena el agotamiento de combustibles fósiles, y contribuye a disminuir los GEI. Además, es una de las fuentes más económicas, puede competir en rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón, las centrales de combustible e incluso con la energía nuclear.

d) Energía hidráulica

La energía hidráulica es considerada como una energía limpia y renovable, destaca con una participación a nivel mundial del 71.1% con 970 Gw, en comparación con la eólica 17.5% (238Gw), biomasa 5.3% (72Gw), geotérmica 0.8% (11Gw) y la mareomotriz 0.0% (0.5Gw). El potencial hidroeléctrico mundial es de 14,000 Twh/año, según la Agencia Internacional de Energía.²³⁹

²³⁸ *Ibid.*

²³⁹ Ortega Méndez, María Teresa, Diez León, Heber Didier, "Energía hidráulica en México y el mundo", En: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-1.pdf> (Fecha de consulta: 05 de Septiembre de 2013).

La hidroelectricidad en la Unión Europea genera 180.000 megavatios de electricidad, los cuales se producen en instalaciones a gran escala, que ya han sido amortizadas. La energía hidráulica a pequeña escala podría generar 147 teravatios/hora (TWh) por hora al año. Tan solo en Reino Unido la hidroelectricidad a pequeña escala podría cubrir la demanda de 850,000 casas una vez desarrollado.²⁴⁰

Actualmente la energía eléctrica generada a través de procesos hidráulicos es la que mayor capacidad instalada tiene. En la actualidad existen grandes hidroeléctricas a nivel mundial, con potencial para la generación de electricidad, tal como se muestra en cuadro 5.1.

En el mismo cuadro observa que los tres primeros países que destacan por su producción hidroeléctrica son: China, Brasil y Paraguay, y Venezuela. Se estima que dos tercios del potencial hidroeléctrico económicamente viable queda aún por desarrollar. Dicho potencial se encuentra principalmente en América Latina, África Central, India y China. En relación con el desarrollo sustentable, existen estimaciones que si se desarrolla la mitad del potencial hidráulico se podrían reducir alrededor de 13% las emisiones de efecto invernadero.

México cuenta con una capacidad hidroeléctrica instalada de 11,603.40 Mw, lo cual representa aproximadamente el 18.06% de toda la energía eléctrica generada en el país y se estima que existe un potencial de 53,000 Mw (datos de CFE y CRE, febrero 2012), que en adición con el resto de las energías renovables aportan 14,324 Mw, es decir, un 22.3% del total de la generación de electricidad nacional.²⁴¹

²⁴⁰ Jeremy Rifkin, 2012, *Op. cit.* p. 65

²⁴¹ *Ibíd.*

Cuadro 4.1
Centrales Hidroeléctricas más grandes del mundo

Presa	Generación	País
Three Gorges	18,460 MW	China
Itaipu	14,750 MW	Brasil/Paraguay
Raul Leoni (Guri)	10,055 MW	Venezuela
Tucurui	8,370 MW	Brasil
Kashiwazaki-Kariwa	8,206 MW	Japón
Bruce	6,830 MW	Canadá
Sayanao-Shushenskaya	6,500 MW	Rusia
Grand Coulee	6,495 MW	USA
Krasnoyarsk	6,000 MW	Rusia
Zaporizhzhya	6,000 MW	Ucrania
Ulchin	5,900 MW	República de Corea

Fuente: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-1.pdf>

De tal forma que si se desarrollara el potencial hidroeléctrico en México, se tendría un gran impacto en la generación de electricidad, al cubrir casi por completo la demanda nacional, y con ello se reduciría el consumo de combustibles fósiles. La electricidad que se utiliza en el país, es generada primordialmente, a través de termoeléctricas que consumen combustibles fósiles, por lo que los índices de contaminación son elevados. La importancia de la energía hidroeléctrica radica en que se podría generar inversión en nueva infraestructura, con la consiguiente creación de nuevos empleos.

Una de las metas del gobierno federal es alcanzar una capacidad instalada con tecnologías limpias del 35% para el año 2024, estimando que para el 2025 se

incrementen 18,716 Mw a la ya existente, liderada por la participación de los sectores eólico (60.3%) e hidráulico (24.3%).²⁴²

En contraste con la producción mundial de este tipo de energía, el porcentaje de participación de la capacidad instalada y el potencial de energía hidráulica en México es de aproximadamente 1.20 y 3.31 %, respectivamente.

Una desventaja de este tipo de energía radica en que la construcción de grandes centrales hidroeléctricas es un proceso largo y costoso, además de que requiere, largas redes de cables de alimentación eléctrica, para llevar la energía hasta los centros urbanos. Entre las ventajas, están las siguientes: disminuye el consumo de combustibles fósiles en la generación de electricidad, puede utilizarse en comunidades lejanas, no produce desechos y es fácil de almacenar, además de que no genera emisiones contaminantes (como lluvia ácida o gases de efecto invernadero, etc.).

En el cuadro 4.2 se ubican las principales hidroeléctricas instaladas en México. La de Chicoasén, (Chicoasén, Chiapas) es la de mayor capacidad, en segundo lugar destaca la de Infiernillo (La Unión, Guerrero) y en tercer lugar la hidroeléctrica de Malpaso (Teacpan, Chiapas).

Cabe señalar que en el 2003 se construyó la central hidroeléctrica “El Cajón” ubicada en estado de Nayarit, con una capacidad de generación de 750 Mw. En el 2008 inició la construcción de “La Yesca” ubicada en Nayarit, con capacidad para generar 750 Mw.²⁴³

²⁴² Ortega Méndez, María Teresa, Diez León, Heber Didier, “Energía hidráulica en México y el mundo”, En: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-1.pdf> (Fecha de consulta: 05 de Septiembre de 2013).

²⁴³ “Plantas Hidroeléctricas en México.” En: <http://www.explorandomexico.com.mx/about-mexico/6/247/> (Fecha de consulta: 05 de Septiembre de 2013).

Cuadro 4.2

Hidroeléctricas más importantes instaladas en México

Nombre De La central	Capacidad efectiva instalada (MW)	Ubicación
Manuel Moreno Torres (Chicoasén)	2400	Chicoasén, Chiapas
Infiernillo	1160	La Unión, Guerrero
Malpaso	1080	Tecpatán, Chiapas
Aguamilpa Solidaridad	960	Tepic, Nayarit
Belisario Domínguez (Angostura)	900	Venustiano Carranza, Chiapas
Leonardo Rodríguez Alcaine (El Cajón)	750	Santa María del Oro, Nayarit
La Yesca, Elias Ayub	750	Jalisco, Méx.
Carlos Ramírez Ulloa (El Caracol)	600	Apaxtla, Guerrero
Luis Donald Colosio (Huites)	422	Choix, Sinaloa
Ángel Albino Corzo (Peñitas)	420	Ostuacán, Chiapas

Fuente: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-1.pdf>

e) Energía solar

Actualmente el desarrollo de la energía solar se ha dado en mayor medida en Europa a través de aplicaciones fotovoltaicas y termosolares. En esa región destacan Alemania y España, quienes son líderes mundiales en el mercado, con una participación del 75% de la capacidad global instalada. Al mismo tiempo, países del Norte de África y países de la región llamada “Cinturón solar” (situados entre las latitudes $\pm 35^\circ$ respecto al ecuador, donde vive el 75% de la población mundial y se concentra el 40% de la demanda mundial de electricidad), también están desarrollando este tipo de energía. Si aprovechara el potencial de generación

eléctrica a través de la energía solar, sería suficiente para abastecer la demanda anual de electricidad de todo el planeta.²⁴⁴

Gracias al gran poder manufacturero de China y los programas nacionales para subsidiar la industria productora de paneles solares fotovoltaicos y de silicio cristalino para convertir la luz solar directamente en electricidad, se ha experimentado una disminución de 5 veces en los precios durante los últimos 5 años. Cuando en 2008 se instalaba un panel común de 200 watts costaba alrededor de 1,500 dólares, hoy en día uno de la misma capacidad tiene un costo aproximado de 300 dólares, y los de menor calidad tienen incluso menor costo.²⁴⁵

La energía solar puede proporcionar una reducción de las emisiones de CO² a la atmósfera, además de ser una fuente de energía renovable en aquellos países o regiones con alta radiación solar directa, cielos muy soleados y despejados, a diferencia de algunos países del norte.

La capacidad fotovoltaica instalada en el mundo es de 21 Gw en conexión de red eléctrica y entre 3 y 4 Gw fuera de red, según el “Reporte del Estatus Global de Renovables (Renewables Global Status 2010)”. De acuerdo a los datos de la Asociación Europea de la Industria Fotovoltaica (EPIA) 2010”, la capacidad instalada es de 39.59 Gw. De acuerdo con Earth Policy Institute (EPI), la producción anual de energía fotovoltaica en el 2010, creció casi 100 veces desde el año 2000, como se muestra en la siguiente gráfica.²⁴⁶

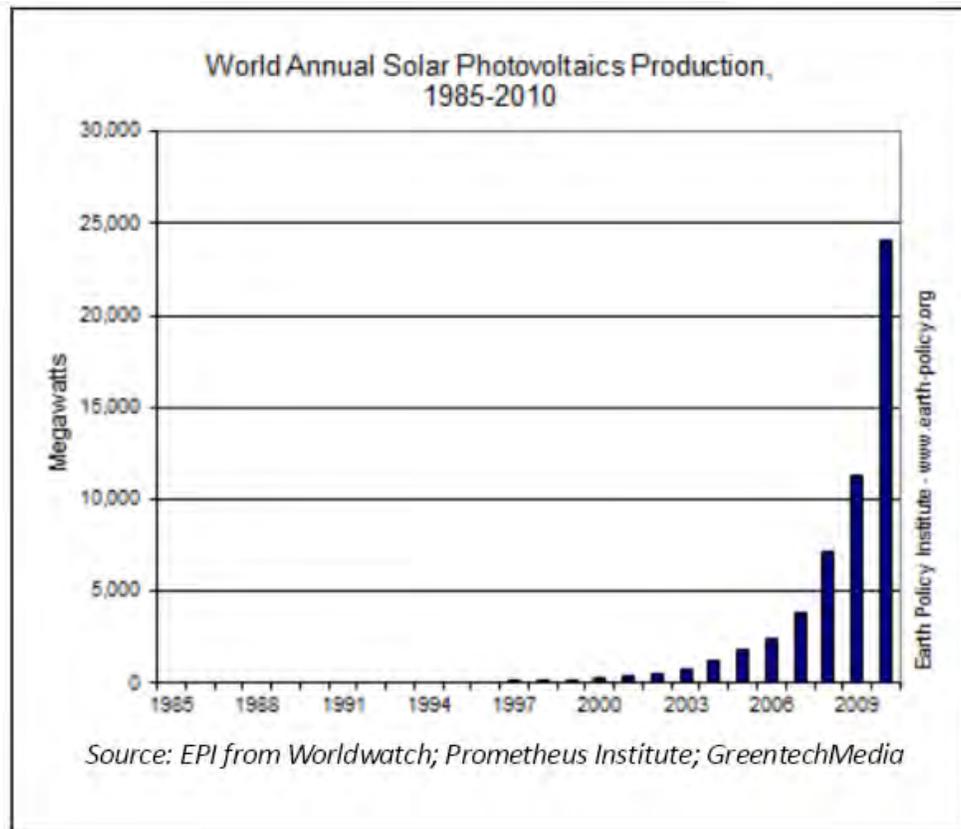
²⁴⁴ Ortega Mendez, Maria Teresa, Diez León, Heber Didier, “Energía Solar”, *Op. cit.*

²⁴⁵ “Eclipse of the Sun”. En: <http://www.economist.com/blogs/babbage/2014/04/difference-engine-0?fsrc=scn/fb/wl/bl/eclipseofthesun>. (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2014).

²⁴⁶ *Ibíd.*

Gráfica 4.3

Crecimiento anual de energía generada por fotovoltaica



Fuente: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-2.pdf>

China cuenta con aproximadamente el 64% del mercado mundial de equipos fotovoltaicos. En 2012 el 60% de la nueva potencia se instaló en Europa y en China solo 12.7%. La ventaja que tuvo China para acaparar el mercado y superar a la competencia, fue una política de dumping generada por las empresas pertenecientes los programas nacionales de altos subsidios. Isofoton, pionera española en energía solar desde 1981, tras facturar 123 millones de euros en 2010, pasó a 106 millones en 2011 y a poco más de 50 millones el año pasado. En Alemania, decenas de grandes firmas han desaparecido. Solar World, que facturó 900 millones de euros en 2008, perdió 500 millones en 2012 y actualmente trata de evitar la quiebra.²⁴⁷

²⁴⁷ Barcilea, Fernando, "España, eclipse solar". En: http://economia.elpais.com/economia/2013/06/07/actualidad/1370623078_787288.html. (Fecha

Ante este panorama, a partir 6 de diciembre de 2013 las empresas chinas, que no se hayan adscrito al acuerdo con la UE para limitar el *dumping* de venta de productos por debajo del precio de mercado de los paneles solares, tendrán que hacer frente a un arancel del 47%. Este acuerdo determina un precio mínimo de entre 56 y 60 céntimos de euro por vatio, dependiendo de si se incluyen los gastos de venta además de un límite a la importación de 7 gigavatios anuales aproximadamente.²⁴⁸

La crisis de las empresas fotovoltaicas europeas generó oportunidades para países en vías de desarrollo como México. A comienzos de 2013 “Solartec”²⁴⁹ adquirió, con una inversión de 800 millones de pesos en activos, la compañía Belga Photovoltech, con lo cual la empresa nacional se convertirá en la primera productora de celdas solares en América Latina. El equipo de Photovoltech, será desmontado y trasladado a México para ubicarlo en la planta de Irapuato, la empresa pronostica ventas por 780 millones de pesos durante los primeros 3 años de operación.²⁵⁰ Esta adquisición genera ventajas competitivas en tecnologías, investigación y procesos especializados lo que la categoriza como distribuidor potencial para Estados Unidos y América Latina. Además cabe destacar que desde 2013 se estableció un arancel para la importación de paneles solares de 15%, para los países sin Tratado de Libre Comercio, de tal manera que el mercado interno está protegido en ese aspecto.

El caso de México es particular ya que la irradiación solar global es en promedio de 5 kWh/día/m². El país tiene la ventaja de que algunas regiones se llega a valores de 8.5 kWh/día/m². Sin embargo, es necesario trascender de los parques

de consulta: 27 de Abril de 2014).

²⁴⁸ *Ibidem*.

²⁴⁹ Solartec inició sus operaciones en 2009, cerró el 2011 con ventas por casi 20 millones de dólares, y es la única empresa mexicana que cuenta con un equipo interno de Investigación y Desarrollo y responsable del CISAE -Centro de Innovación en Sustentabilidad Ambiental y Energética-, en el que se exploran innovaciones en los temas de energías renovables con un enfoque hacia la energía solar.

²⁵⁰ “Empresa mexicana se convierte en líder solar de AL”. En: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/02/21/empresa-mexicana-se-convierte-en-lider-solar-de-al> (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

solares a gran escala, que se encuentran lejos de las ciudades ya que el transporte de dicha energía supone pérdidas en el sistema, además de que dichos proyectos están condicionados por el gobierno o empresas privadas. Se debería aprovechar el potencial que el país tiene e instalar paneles solares en los techos de las residencias dentro de las grandes urbes, lo cual ayudaría a reducir la demanda del sistema energético en horas pico, e incluso en un futuro se podrían vender los excedentes.

De ahí la importancia de implantar en México programas enfocados al desarrollo de este tipo de energía. Aplicando subsidios a la producción de energía solar a empresas nacionales y en casas particulares. Estas acciones ayudarían a reducir los costos de recuperación y fomentaría el desarrollo de este rubro energético.

La Secretaría de Energía en México, reportó que en 2009 se instaló una capacidad de 4,954 Mw por sistemas fotovoltaicos en conexión y 0.758 Mw en zonas aisladas del país donde no hay conexión con la red, sumando un total de 5.712 Mw. Hasta 2009 se acumuló una capacidad instalada de 25.12Mw.²⁵¹ Con una inversión de 53,283,674 dólares, la productora de paneles solares, Solartec, instalará en Hermosillo su primer parque solar. El proyecto, que comenzó a construirse a finales de 2013, incrementará en 33% la capacidad instalada para generar energía eléctrica a partir del sol en todo el país, la cual es de apenas de 25 megawatts y representa 0.04% del total generado en México.²⁵²

Otro caso importante es el complejo Aurora Solar I, construido por la Corporación Aurora Solar, en el cual se invirtió 100 millones de dólares. De tal forma, que USD75 millones fueron aportados por Nacional Financiera (Nafinsa) y el Banco

²⁵¹ "Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026", *Op. cit.*

²⁵² "Solartec invertirá US53 millones en Hermosillo". En:
<http://eleconomista.com.mx/estados/2011/12/21/solartec-invertira-us53-millones-hermosillo>
(Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

Mundial en forma de deuda.²⁵³ Esta planta es considerada la planta más grande de Latinoamérica y generará 39 mega watts de energía y beneficiara 95 mil habitantes, principalmente del municipio de La Paz.

El proyecto reducirá significativamente el uso de combustibles fósiles, principalmente combustóleo y diesel, evitando la emisión de 60 mil toneladas de gases de efecto invernadero al año. El parque de 39 MWp se ubica en una superficie de 100 hectáreas donde se instalaron cerca de 132 mil módulos policristalinos con seguidores de un eje. La Iniciativa contribuirá a alcanzar el objetivo establecido por la Secretaría de Energía, para que 35% de la energía generada en México provenga de fuentes limpias en 2024.²⁵⁴

Adicionalmente, según un estudio elaborado por la consultora PWC para el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, se espera que fuera del segmento residencial de alto consumo, comience a existir potencial fotovoltaico competitivo en vivienda a partir de 2017, pudiendo alcanzar 6,400 MW en 2020. La evolución estimada de la tecnología permite identificar que entre 2015 y 2020 será competitiva para los usuarios residenciales de rango alto, con lo que disminuirá la demanda del sistema eléctrico nacional en horario punta y disminuirán las tarifas industriales. A partir de lo anterior se determinó el objetivo alcanzable al 2020 de 1,500 Mw, cuyo desarrollo ordenado y visible permitirá obtener: un impacto en PIB de 31.4 miles de millones de pesos; capturar hasta el 2% del potencial de abatimiento de emisiones; y reducir has 2% las perdidas por transmisión y distribución en el sistema.

²⁵³ “Parques solares brotan con rapidez en México”. En: <http://www.legiscomex.com/BancoConocimiento/P/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion.asp?CodSeccion=190>. (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

²⁵⁴ “Inauguran Parque Solar en BCS y coloca a México en la vanguardia de Energía Fotovoltaica en Latinoamérica” En: <http://energiahoy.com/2014/03/inauguran-parque-solar-en-bcs-y-coloca-a-mexico-en-la-vanguardia-de-energia-fotovoltaica-en-latinoamerica/>. (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

f) Energía del hidrógeno

En Europa ya se lleva tiempo investigando y desarrollando tecnología del hidrógeno para su aplicación en el mercado energético. En el 2003 Romano Prodi presidente de la Comisión Europea, anunció una iniciativa por parte de la institución para la investigación sobre el hidrógeno, con un presupuesto de 2,000 millones de euros. En el 2007 la Comisión Europea bajo la administración del presidente Barroso anunció un acuerdo de colaboración público-privada por un monto de 7,400 millones de euros, para investigación y desarrollo de tecnología del hidrogeno para la implementación real en Europa.²⁵⁵

Actualmente existen vehículos que utilizan hidrógeno como combustible. En Estados Unidos se ha invertido 2.400 millones de dólares para promover en el mercado una nueva generación de automóviles eléctricos y está ofreciendo incluso un incentivo fiscal 7,500 dólares de ayuda en la compra de vehículos eléctricos nuevos. Al mismo tiempo General Motors está firmando convenios de colaboración con empresas de suministro eléctrico como ConEdison, New York Power Authority y Northeast, para preparar el lanzamiento del su Chevrolet Volt. En Alemania las compañías eléctricas Daimler y RWE han lanzado un proyecto conjunto para instalar puntos de carga para los modelo Smart y los Mercedes eléctricos que circulan en Berlín. En Francia, la automotriz Toyota y EDF la mayor empresa de generadora de electricidad, se han unido en una iniciativa para instalar puntos de carga en todo el país para los automóviles eléctricos de batería con alimentación de red.

Una de las formas factibles para la transición de automóviles de motor a gasolina a motores eléctricos, es comenzar en el sector de transporte público. Por lo regular los autobuses, taxis, los camiones de transporte de mercancía etc., siempre vuelven a la base después de completar su recorrido, en el sitio podrían cargar su batería nuevamente, para continuar con el recorrido. Sin embargo, en la actualidad la mayor parte del hidrógeno se genera utilizando la evaporación del gas

²⁵⁵ *Ibíd.* p. 77-78.

natural, por lo cual no es plenamente sostenible, ya que en algún momento este tipo de gas escaseara de la misma manera que el petróleo.

Las proyecciones de un estudio realizado por la consultoría de gestión global PRTM, indican que para el año 2020 la cadena de valor generada por los vehículos eléctricos ascenderá a 300,000 millones de dólares creando un millón de puestos de trabajo. Para el 2030 se habrán instalado puntos de carga para motores eléctricos con alimentación de red y/o con pila de combustible de hidrógeno. Para el 2040, se calcula que el 75% del kilometraje recorrido por turismo y los vehículos ligeros se habrá realizado con alimentación eléctrica.²⁵⁶ Otra de los beneficios que tendrían los automóviles del futuro sería que podrían tomar alimentarse de la red bidireccional de energía, de tal manera que podrían recibir y proporcionar energía al sistema cuando fuera necesario. De igual manera la compañía Daimler encargada de la venta de autos Mercedes y Smart ha apostado, a partir del 2015, a la producción en masa de automóviles, camiones y autobuses propulsados con baterías de combustible de hidrógeno.²⁵⁷

En un futuro se prevé que los automóviles que funcionen con baterías de hidrógeno, no solo tendrán un alto rendimiento, sino que funcionarán como centrales móviles que podrían conectarse a la red para contribuir en la oferta de energía o cubrir parte de la demanda energía del hogar. La ventaja de este tipo de sistema tiene tal potencial que si hubiera un fallo en la red general, los automóviles que funcionen con hidrógeno podrían cubrir la demanda total del sistema (Ver cuadro 4.3).

²⁵⁶ *Ibíd.*, p. 92.

²⁵⁷ *Ibíd.* p. 94.

Cuadro 4.3**Políticas actuales y prospectivas en el contexto energético internacional**

	POLÍTICAS ACTUALES	PROSPECTIVAS
ESTADOS UNIDOS	Consume 25% del crudo del planeta, 55% de su petróleo es importado de Arabia Saudita	Busca diversificar sus importaciones de petróleo de América Latina donde se ubican 11% de las reservas mundiales
RUSIA	Rusia es el principal proveedor de energía de la Unión Europea y Asia. Cuenta con el 16% de los recursos petrolíferos siendo el segundo a nivel mundial	Rusia consume cada año 5% de sus reservas manteniendo el mismo nivel de producción que Arabia Saudita. La prospectiva de Rusia se basa en sus recursos energéticos, y ya no en el desarrollo de armas nucleares del ejército rojo.
UNIÓN EUROPEA	Es uno de los sistemas económicos más importantes sin embargo está a merced de políticas energéticas de países no miembros (Rusia). La producción de petróleo del Mar del Norte está en declive.	Se están desarrollando políticas para diversificar los proveedores de gas a través de corredores con el medio oriente. Busca una política a corto plazo asegurar el suministro de energético fósil y a largo plazo satisfacer gran parte de la demanda con energía renovable.
MEDIO ORIENTE	Los miembros de la OPEP la mayoría de esta región producen cerca del 40% del petróleo crudo a nivel mundial	Las reservas comprobadas en el mundo ascienden a 1,200 billones de barriles de los cuales 660 están en esta región, por lo cual seguirán una política basada en la explotación de recursos fósiles.
AMÉRICA LATINA	Se cuenta con el 13% de la producción de crudo a nivel mundial y con el 11% de las reservas. 70% de las reservas en Venezuela, 13% México, 12% Brasil y el 5% los demás.	La prospectiva indica que el consumo aumentará. La tasa de inversión en otras regiones aumentó 28% en infraestructura y explotación de yacimientos, a comparación de América Latina que solo aumentó 13%.

Elaboración propia con base en: Sascha Müller-Kraenner, 2008, *Energy Security*
Rifkin, Jeremy, 2012, *La Tercera Revolución Industrial*.

Finalmente en el cuadro 4.3 se observa, en prospectiva, que la mayor parte de los países y regiones de países desarrollados apuestan a la diversificación energética. Mientras que la OPEP continúa con la visión de seguir explotando la energía fósil, en virtud de que sus reservas son abundantes. Y en el caso de América Latina, se vislumbra una lenta de producción e inversión en relación con la energía fósil.

En suma, a través de la reforma energética del 2013, se vislumbra un mayor apoyo a la producción de energías fósiles, aunque ahora con una mayor participación de capital privado, sobre todo vinculado a las empresas transnacionales. A su vez, se identificaron los principales escenarios energéticos, así como la prospectiva de las energías alternativas tanto para México y el mundo. Los factores ambientales han influido considerablemente en una mayor atención e inversión en las energías alternativas, lo cual puede contribuir al logro de la soberanía y seguridad energética del México.

A manera de conclusión

La investigación realizada se ubica en el marco de las Relaciones Internacionales, que como disciplina contribuye a la comprensión de la sociedad y del sistema internacional, en el que se inscriben diversos elementos, desde países, estados, organizaciones, instituciones, tratados, hasta los diferentes grupos humanos.

El sistema internacional está sujeto a la influencia de actores, particularmente, gobiernos, organizaciones y corporaciones transnacionales; también se encuentra inmerso en diversos procesos, y fuentes de estabilidad y conflicto.

Como parte de la investigación se analizó, desde un enfoque sistémico, el objeto de estudio vinculado a la política energética en el contexto nacional e internacional. Este enfoque permite considerar a la sociedad global o mundial, como sistema, comprender la interdependencia y cooperación, de los sistemas y los subsistemas, y la interconexión de las esferas nacionales e internacionales.

A través de la investigación se identificó que en el sistema energético internacional hay jerarquías. Países como Estados Unidos y Rusia, son potencias por el nivel de desarrollo industrial, por su poder militar y el control de ciertos recursos naturales, y su injerencia en su entorno y en ámbito internacional, y en la política energética internacional. Por ende, pueden incidir en los sistemas energéticos de naciones en vías de desarrollo o regiones como la Unión Europea, Medio Oriente, América Latina y países emergentes como Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS).

Las jerarquías en el sistema energético internacional también se manifiestan a través de la existencia de empresas que controlan la extracción, producción y comercialización de productos de petróleo y gas natural, es el caso de la “Mayors” o Compañías petroleras internacionales, entre las que destacan Royal Dutch, Shell,

BP, Exxon Mobil, Chevron Corporation y Total, las cuales tienen su casa matriz en países desarrollados.

El sistema energético se vincula con el sistema económico, político y militar. Con el sistema económico porque la energía ha sido un factor fundamental para la evolución del modelo capitalista. El carbón fue la principal fuente de energía que contribuyó al desarrollo de la primera revolución industrial, después, mediante el petróleo, se produjo la segunda revolución industrial, y recientemente a través de las energías alternativas, las cuales representan un nuevo nicho de mercado de inversión y de producción energética, tanto para países desarrollados, como para las compañías energéticas internacionales.

A partir del desarrollo sustentable se vislumbra la posibilidad de aprovechar de manera eficiente los recursos naturales, tomando en consideración las necesidades de las futuras generaciones. En este sentido, diversas investigaciones han documentado que el uso excesivo de energías fósiles tiene efectos contaminantes en la atmósfera, lo cual genera el efecto invernadero, y en consecuencia, el calentamiento y el cambio climático a nivel planetario. En función de ello, y ante el encarecimiento de los combustibles fósiles, se destacó la importancia de incentivar las energías alternativas (solar, eólica, hidrógeno, biomasa, geotérmica, oceánica e hidráulica), como fuentes de energía, que permitirían mitigar el calentamiento global y ayudar a conservar los ecosistemas.

Desde el enfoque del desarrollo sustentable es relevante que los estados y las empresas tomen conciencia que la contaminación del planeta a través de gases de efecto invernadero, afecta a todo el mundo, porque vivimos en un solo sistema. Para ello es importante trascender las fronteras y lograr la cooperación de todos los países, para afrontar los efectos del cambio climático, a través un nuevo sistema energético basado en las energías limpias.

Las relaciones internacionales de corte político, están muy relacionadas con el flujo de energía. De modo que la geopolítica considera la ubicación geográfica internacional de yacimientos de carbón, gas natural, petróleo y fuentes de energías alternativas. En ese tenor, Estados Unidos tiene interés en continuar siendo superpotencia mundial por ello ha diseñado una política militar de control e invasión, como parte de su geoestrategia, hacia aquellos países o regiones que cuentan con reservas o recursos energéticos. Rusia también ha hecho lo propio, ya que al dominar importantes reservas energéticas, juega un papel relevante en el campo energético, en su zona de dominio. La Unión Europea depende del suministro energético de países no miembros, como Rusia, de ahí su interés por ampliar el portafolio energético, incluyendo a las energías alternativas.

Al analizar los factores políticos y económicos que han influido en las políticas energéticas nacionales e internacionales, se encontró que la necesidad de generar una producción y desarrollo económico continuos, influye en las decisiones que toman las élites de gobierno y de empresas transnacionales en relación con la energía. A través de la política exterior de países como Estados Unidos, Rusia, la Unión Europea, países de Medio Oriente, y algunas organizaciones y empresas internacionales desarrollan su geoestrategia para ejercer influencia fuera de su territorio, a través de tratados internacionales, imposición de acuerdos comerciales, aranceles, vedas e incluso guerras, a fin de garantizar su acceso a recursos energéticos, y con ello mantener su producción económica.

Medio Oriente sobresale como un proveedor de recursos energéticos dirigidos hacia países desarrollados por sus amplias reservas de petróleo. También son importantes las BRICS, que destacan por sus amplios territorios, sus reservas en cuanto a recursos naturales y el crecimiento constante de su economía, lo que los hace atractivos como destinos de inversión. En el caso de América Latina a pesar de que cuenta con reservas importantes de energías fósiles y enormes perspectivas para el desarrollo de energías alternativas, la inversión en el ramo se

ha estancado, por la incapacidad económica de los Estados, y por la corrupción que priva entre las élites de empresas y gobiernos.

El sistema energético actual es ineficiente, anquilosado, ineficaz e inseguro. Las energías fósiles ocupan aun, cuatro quintas partes del suministro mundial de energía. Éstas han sido parte de la civilización, han dado bienestar, han enriquecido a varias personas; pero a la vez se han encarecido con el tiempo, creando inseguridad a largo plazo, por la alta dependencia hacia ellas. Por cada 4 barriles de petróleo que se consumen, se descubren 1.9, de modo se ha sobrepasado el pico o zenit de producción a nivel mundial.

El ser humano tiene que cuestionar el costo-beneficio de mantener una economía mundial basada en los combustibles fósiles. Ante ello es importante que la sociedad civil incida en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables que ofrece el planeta, reduciendo la contaminación y exterminio de los ecosistemas, a fin de que las futuras generaciones tengan acceso a la energía y a un ambiente menos contaminado.

La prospectiva es una herramienta metodológica que permite construir futuros y sirve para reflexionar y proponer respuestas en un mundo complejo de estructuras sistémicas. Desde el enfoque prospectivo se considera que es factible construir escenarios futuros donde las energías renovables tengan prioridad, no solo porque sus efectos contaminantes son menores, sino porque contribuyen a que un país tenga soberanía y seguridad energética.

La dinámica de la producción de la tecnología de las energías renovables está siendo monopolizando por empresas de los países de occidente. Ante tal situación, uno de los mejores escenarios sería donde el libre mercado y la competencia permitieran abaratar los precios de la tecnología de energías alternativas, como lo hizo China al ingresar al mercado europeo con precios considerados dumping, pero que han logrado que los paneles solares sean accesibles en términos económicos.

En el caso del objeto de estudio (México) se identificaron algunas deficiencias de la política energética mexicana y sus vínculos con el sistema energético internacional. A principios del siglo pasado las reservas y recursos petroleros estaban en manos de empresas de origen inglés y norteamericano. La política nacional enunciada en el artículo 27, que dotaba a la nación el control de los recursos naturales como el petróleo.

Sin embargo, esta política se modificó a partir de la década de los 80's. En primer término por la falta de regulación sobre Pemex, la petrolización de la economía, y la enorme carga fiscal que ha padecido la paraestatal, puesto que la renta petrolera se dirigió a subsanar la deuda interna y externa del país, limitando la reinversión y el desarrollo tecnológico de la empresa. En segundo término por la incorporación de México a tratados comerciales como el Gatt y el Tratado libre comercio, que han inducido la adopción de políticas neoliberales, que limitan la participación del Estado en la economía. De modo que desde el gobierno de Carlos Salinas de Gortari, se inició la privatización silenciosa de recursos energéticos, particularmente del petróleo, a partir de la modificación de algunos artículos de la Constitución y leyes reglamentarias, pasando por la reforma energética de 2008, y culminando recientemente (2013) con la modificación del artículo 27, que permitirá, en un futuro próximo, la participación de empresas privadas en la explotación y aprovechamiento de recursos energéticos como el petróleo y el gas natural.

Se analiza en el escenario prospectivo tendencial que México pretende seguir en su zona de confort, a través de la reforma energética del 2013, dependiendo de los recursos fósiles para satisfacer su demanda energética a largo plazo. Con dicha reforma el país se enfrentará a una era de apertura ante el mercado internacional, poniendo en juego la soberanía energética del país y con ello la seguridad energética nacional. En este escenario el gobierno tendrá que administrar de una manera eficiente los contratos otorgados al capital extranjero, si no quiere que los

casos de corrupción trasciendan al sistema energético, beneficiando con ello al capital extranjero.

Ante este panorama de incertidumbre, la investigación y la academia han enfatizado el potencial energético renovable que tiene el país para cubrir la demanda energética nacional. A partir de la tendencia del mercado y el sistema energético nacional, el gobierno puede incrementar los incentivos para el desarrollo de energías alternativas, no solo para generar un sistema eficiente y seguro de suministro, sino para comenzar con un plan de diversificación energética a largo plazo, en bien de las futuras generaciones. Al innovar en términos de energía alternativa en México, sería factible exportar tecnología al sur del continente a través de los tratados internacionales.

A través de esta investigación se han planteado escenario deseable para México resaltando los beneficios y oportunidades de las diferentes energías renovables no solo para cubrir las necesidades energéticas de país sino del sistema energético internacional. La propuesta se basa en el fortalecimiento y diversificación de las energías renovables lo cual podría, para el 2050, cambiar las condiciones del sistema energético Nacional.

En términos prospectivos, esta transición promoverá un sistema más justo, haciendo accesible la energía a la mayor parte de la población. Disminuirá la necesidad de perforar el subsuelo, puesto que las energías alternativas son abundantes, a nivel local y global, contribuyendo al desarrollo de un sistema internacional mucho más estable y seguro.

Una de las razones por que las energías renovables no han alcanzado una expansión a gran escala es que hay actores que ven en ellas a un competidor comercial que le daría la capacidad al usuario de ser autónomo, ya que el sol el viento son accesibles a través de tecnologías de captación, que se amortizan a corto plazo. De acuerdo al escenario deseado el fomento a las energías renovables

traería beneficios a los demás sectores de la economía, ya que se generarían nuevas empresas y empleos, en el marco de una industria renovada

El fuego nos hizo humanos, el petróleo nos hizo modernos, pero ahora necesitamos nuevas fuentes de energía que sean durables, seguras y amigables con el medio ambiente a mediano y largo plazo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

BIBLIOGRAFÍA

Alperovich, M. S. y B. T. Rudenko, 2001, Minería y petróleo: penetración imperialista, en Colmenares, Ismael, *Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, Tomo I, Ediciones Quinto Sol, México. p. 49-53.

Anguiano, Arturo, 2001, El impulso al capitalismo, en Colmenares, Ismael, *et al, Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, 2000, Ediciones Quinto Sol, México. p. 108-113.

Baena Paz, Guillermina, 2004, *Prospectiva política. Guía para su comprensión y práctica*, UNAM, México.

Bertalanffy, Ludwing von, *Perspectives on General Theory-Scientific-PoliticalStudies* (1993), citado por Del Arenal, Celestino, 1993, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Braillard, Philippe, 1993, *Théorie des Systèmes et Relations Internationales*, citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Del Arenal, Celestino, 1993, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Dougherty, James E. y Pfaltzgraff, Robert L. *Contending Theories of International Relations. A Comprehensive Survey*, Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, , Red Editorial Iberoamericana, México.

Henrik, Lund, 2010, *Renewable Energy Systems, The Choice and Modelig of 100% Renewable Solutions*, Estados Unidos, Ed. Elsevier.

Holsti, K.J., 1993, *The Dividing Dicipline. Hegemony and Diversity in International Theory*, Boston, citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Kaplan, Morton A., 1993, "Sistemas Internacionales", citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Kaplan, Morton A., 1993, *Towards Professionalism in International Theory: Macrosystem Analysis*, citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Lieber Robert J., 1993, *Theory and World Politics*, citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Madrid Vicente, Antonio, 2009, *Energías Renovables, Fundamentos, Tecnologías y Aplicaciones*, Madrid, España, Ed. Mundi-Prensa.

Mallon, Karl, 2010, *Renewable Energy Policy and Politics*, Earthscan, Londres, Reino Unido.

Modelski, George, 1993, "Agraria and Industria. Two Models of the International System", citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Ortuño Arzate, Salvador, 2009, *El mundo del petróleo. Origen usos y escenarios*, Fondo de Cultura Económica, México

Rapoport, Anatol, 1993, "Foreword", citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Rifkin, Jeremy, 2012, *La Tercera Revolución Industrial*, Ed. Paidós, Madrid, España

Rocecrance, Richard N., 1993, *Action and Reaction in World Politics*, citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Rousseau, Isabelle, 2010, *América Latina y petróleo: los desafíos políticos y económicos de cara al siglo XXI*, Ed. El Colegio de México, D.F. México.

Sascha Müller-Kraenner, 2008, *Energy Security*, Ed. Earthscan, London, UK.

Shulgosxki, Anatol, 2001, La expropiación petrolera, en Colmenares, Ismael *et al*, *Cien años de lucha de clases en México, 1876-1976*, 2000, Ediciones Quinto Sol, México. p. 150-162.

Thompson, William R., 1993, "The Regional Subsisteme: A Conceptual Explication and a Propositional Inventory", citado por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

Wermer, Klaus y Hans Weiss, 2003, *El libro negro de las marcas*, Ed. Sudamericana, México

Wolfers citado por Hans Günter, 2009, "Cuarteto conceptual: la seguridad y sus vínculos con la paz, el desarrollo y el ambiente" en Oswald, Úrsula y Günter, Hans (editores), *Reconceptualizar la seguridad en el siglo XXI*, UNAM, México.

Zinnes, Diana A., 1993, "Prerequisites for the Study of System Transformation", citada por Del Arenal, Celestino, *Introducción a las Relaciones Internacionales*, Red Editorial Iberoamericana, México.

HEMEROGRAFÍA

Alcántara, Liliana, "Robo de combustible se convierte en Industria", en: <http://www.eluniversal.com.mx/nacion/190560.html#1> (Fecha de consulta: 08 de noviembre de 2012).

Arriaga, Jorge Alberto, "La estrategia china de seguridad energética: entre el aprovisionamiento internacional y las políticas nacionales de desarrollo sustentable", En: <http://www.escenarios21.com/2010/0029.html> (Fecha de consulta: 31 de octubre de 2012).

Barbosa Cano, Fabio, miembro de la Unidad de Investigación Económica del Sector Energético de la UNAM, citado por Cervantes, Jesusa, Por todos lados México pierde, *Proceso*, año 37, No. 1937, p. 15 de diciembre de 2013, México. p. 18-20.

Barcilea, Fernando, "España, eclipse solar".
En: http://economia.elpais.com/economia/2013/06/07/actualidad/1370623078_787288.html. (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2014).

Bayona, Paola, *et al*, 2007, La política exterior de los Estados Unidos de América hacia América Latina en el proceso de globalización: una etapa crucial, Memorias, Año 3, N° 6. Uninorte, Barranquilla, Colombia, Noviembre, Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe, Universidad del Norte.

Buchan, David “Nuevas inseguridades en la energía europea”, *Economía Exterior*, Núm. 58, Otoño 2011, Madrid, (p.91-94).

Caño, Antonio, “EE UU y China desactivan Copenhague”, http://elpais.com/diario/2009/11/16/internacional/1258326001_850215.html (Fecha de consulta: 06 de Mayo de 2013).

Calderón, Eduard, 2009, Construyendo alternativas: construyendo discursos en torno a la soberanía energética, *Agro-cultura*, España.

Cervantes, Jesusa, Por todos lados México pierde, *Proceso*, año 37, No. 1937, 15 de diciembre de 2013, México.

Colomo Ugarte, Javier, “*El Porvenir del Sistema Energético Mundial*”, En: http://www.javiercolomo.com/index_archivos/Energ.htm (Fecha de consulta: 1° de Marzo de 2013).

Cortés Marín, Elkin, Suárez Mahecha, Héctor y Sandra Pardo Carrasco, 2009, Biocombustibles y autosuficiencia energética, *Dyna*, Vol. 76, N°158, junio, Universidad de Colombia, Colombia.

Chávez Presa, María Flor Lilia, 2009, Implicaciones de las reformas energéticas de 1973-2008. Naturaleza y régimen fiscal de PEMEX. *El Cotidiano*, núm. 157, septiembre-octubre, 2009. P. 49.58. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.

Déciga Campos, Sonia, “La prospectiva como herramienta metodológica.”, En: <http://www.escenarios21.com/2010>, (Fecha de consulta: 30 de enero de 2013).

Dietmar Dirmoser, “*Seguridad Energética*”, Kompas 2020, En: <http://library.fes.de/pdf-files/iez/05662.pdf>. (Fecha de consulta: 1 de Febrero de 2013).

Duncombe, Peter (Presidente del Institutional Investors Group on Climate Change), “Una Política Rotunda Impulsará la Inversión del Sector Privado en Soluciones con un Bajo Nivel de Emisiones de Carbono”, (Boletín electrónico de la CMNUCC), En: http://unfccc.int/portal_espanol/newsletter/items/5419.php (Fecha de consulta: 13 de marzo de 2013).

Escribano, Gonzalo, “Energía entre la Geopolítica y los Mercados”, *Economía Exterior*, Núm. 58, Otoño 2011.

Estudio económico y social mundial 2009. Promover el desarrollo, salvar el planeta”, (Comunicado de Prensa. Organización de las Naciones Unidas), En: http://www.un.org/esa/policy/wess/wess2009files/wess09/wess09pressreleases/pr_sp.pdf. (Fecha de consulta: 12 de marzo de 2013).

García Vega, Miguel Ángel, “*El petróleo estrena geoestrategia*”, En: http://elpais.com/diario/2011/02/06/negocio/1297000342_850215.html (Fecha de consulta: 19 de Marzo de 2013).

González Amador, Roberto, 2014, A subasta, dos tercios de las reservas petroleras. Equivalen a lo que extrajo México en 110 años: Pemex. En *La Jornada*, 29 de marzo de 2014, p. 2.

González, Roxana, “Entra en vigor el acuerdo con EU de yacimientos transfronterizos” En: <http://www.elfinanciero.com.mx/mundo/entra-en-vigor-el-acuerdo-con-eu-de-yacimientos-transfronterizos.html> (Fecha de consulta: 06 de agosto de 2015).

González G., Susana, Pemex, en indefensión jurídica frente a la Sener, alerta experto. Se le tiene que dotar como empresa dominante y cambiar su régimen fiscal, *La Jornada*, sábado 29 de marzo de 2014, p. 4.

Guédez Mozur, Carolina, Desirée de Armas Hernández, Rosa Reyes Gil, Luis Galván Rico, 2003, Los sistemas de gestión ambiental en las industria petrolera internacional, *Interciencia*, vol. 28m núm. 9, Asociación Interciencia, Venezuela. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?33908406>. (Fecha de consulta; Noviembre, 14 2013).

Gutiérrez del Cid, Ana Teresa, “El proyecto Nabucco y la seguridad energética de la Unión Europea”, en: <http://www.escenarios21.com/2010/0027.html#2>. (Fecha de consulta: 30 de octubre de 2011).

Hernández Alvarado, Diego A. 2012, Estados Unidos en el Sistema Político Internacional, *Revista Enfoques: Ciencia Política y Administración Pública*, vol. X, núm. 16, Universidad Central de Chile, Santiago de Chile. p. 113-149.

“Inauguran Parque Solar en BCS y coloca a México en la vanguardia de Energía Fotovoltaica en Latinoamérica” En: <http://energiahoy.com/2014/03/inauguran-parque-solar-en-bcs-y-coloca-a-mexico-en-la-vanguardia-de-energia-fotovoltaica-en-latinoamerica/>. (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

“Interjet también realiza viaje con biocombustible”, en *Energía hoy*, no. 90, septiembre, 2011.

Karl Mallon, 2010, *Renewable Energy Policy and Politics*, Earthscan, Londres, Reino Unido.

Lepic, Arthur ¿Entregará el Irak ocupado su petróleo a las «majors» corporaciones?, <http://www.voltairenet.org/article149435.html>. (Fecha de consulta: 15 de agosto de 2013).

Martínez Álvarez, César B., “De potencias en ascenso y recesiones económicas: ¿hubo una respuesta propia de los países emergentes frente a la crisis de 2008?”. En: <http://escenarios21.com/2012/0097.html> (Fecha de consulta: 27 de febrero de 2012)

Martínez de Rituerto, Ricardo, “La UE impondrá el embargo petrolero a Irán el próximo día 23”, en: http://internacional.elpais.com/internacional/2012/01/11/actualidad/1326303234_462630.html (Fecha de consulta: 11 de enero de 11 de enero de 2012).

Méndez Gutiérrez, Ricardo. (http://www.ign.es/espmmap/figuras_industria_bach/pdf/Industria_Fig_01_texto.pdf). (Fecha de consulta: 15 de junio 2013).

Michael T. Klare, “El colapso del viejo orden petrolero: ¿Cómo finalizará la era del petróleo?”, En: <http://www.escenarios21.com/2011/0066.html>. (Fecha de consulta: 06 de noviembre de 2012).

Molina, Franklin, 2004, Estados Unidos y la Doctrina Bush en política exterior. Visión desde América Latina, *Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales*, vol. 10, núm. 1, enero-abril, Universidad Central de Venezuela, Venezuela, p. 59-71.

Musalem Rahal, Doris, La política exterior de Estados Unidos en el Medio Oriente, *Política y Cultura*, núm. 10, verano, 1998, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México. p. 167-183. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26701010>.

“Parques solares brotan con rapidez en México”.
En: <http://www.legiscomex.com/BancoConocimiento/P/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion.asp?CodSeccion=190> (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

“Pemex aprueba gasto récord: 431, 329 mdp en 2,727 contratos”, 2011, en *Energía hoy* no.90, septiembre 2011.

Ortega Méndez, María Teresa y Diez León, Heber Didier, “Energía hidráulica en México y el mundo”, En: <http://geotermia.org.mx/geotermia/revistageotermia/Geotermia-Vol26-1.pdf>. (Fecha de consulta: 05 de Septiembre de 2013).

Puyana, Alicia. El petróleo y el crecimiento económico. ¿un recuento de oportunidades perdidas?, *Economía informa*, Núm. 361. Nov.-Dic. 2009, UNAM, México. p. 95-111.

Romero, Cote y José Vicente Barcia, 2013, Autoconsumo y soberanía energética. Disponible en: [http://www.ecooo.es/documentos /autoconsumoeea.pdf](http://www.ecooo.es/documentos/autoconsumoeea.pdf). (Fecha de consulta: 2 de julio de 2013).

Sánchez, Edmundo, “México, cliente de lujo para EU en gasolinas”, En: [http://eleconomista.com.mx/industrias /2012/05/20/mexico-cliente-lujo-eu-gasolinas](http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/05/20/mexico-cliente-lujo-eu-gasolinas). (Fecha de consulta: 20 de Junio de 2013).

Reinoso, José, “Los emergentes exigen su cuota de poder” En: http://internacional.elpais.com/internacional/2013/03/26/actualidad/1364326329_993675.html. (Fecha de consulta: 28 de Marzo de 2013).

Rodríguez, Israel, Transnacionales tendrán información “estratégica” que costó mucho al país. Que inviertan en exploración, dice el ex diputado Carrillo Soberón, *La Jornada*, sábado 29 de marzo de 2014, p. 3.

Rosales Ariza, Gustavo, “Geopolítica e Historia”, *Geopolítica y Geoestrategia, liderazgo y poder*, <http://www.umng.edu.co/www/resources/revGeopol0906.pdf>. (Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2012).

Rodríguez, Ismael, Sigue en evaluación la refinería de Tula, informa Pemex en EU. 19-nov. 2013, www.jornada.unam.mx/ultimas/2013/11/19. (Fecha de consulta: 9 de diciembre de 2013).

Vargas Mendoza, José, El endeudamiento de Pemex y su rol en las transformaciones mundiales. *El Cotidiano*, núm. 177, enero-febrero, 2013. UAM, México.

Villamil, Jenaro, El senado bajo el control de Hacienda, *Proceso*, México, 15 de diciembre de 2013, No. 1937. p. 14-15.

Villamil Jenaro, Promulgación de la Reforma energética, Salto mortal, sin red de protección, *Proceso*, año 37, No. 1938, México, p. 18-19.

Villamil, Jenaro, La estrategia perversa: menos Estado, menos soberanía, menos independencia, *Proceso*, México, 15 de diciembre de 2013, No. 1937, 22 de diciembre, México, 18-19.

“Vuelo México-Madrid emplea bioturbosina”, en *Energía hoy no. 90*, septiembre 2011.

Zbigniew Bezeginski, 1998, *El Gran Tablero Mundial*. Ediciones Paidós, Ibérica S.A., Barcelona, Citado por: Rosales Ariza, Gustavo.

FUENTES ELECTRÓNICAS

BP Statistical Review of World Energy June 2013.

http://www.google.com.mx/url?review%2Fstatistical_review_of_world_energy_2013.pdf&ei (Fecha de consulta: enero de 2014).

CEPAL, “Situación y perspectivas de la eficiencia energética en América Latina y el Caribe”, En: <http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/1/37451/lcw280e.pdf>. (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2013)

Coal, En: <http://www.iea.org/topics/coal/>. (Fecha de consulta: 07 de mayo de 2013).

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1.pdf. (Fecha de consulta: 15 de enero de 2014).

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), 1992, Naciones Unidas.

En: [http:// unfccc.int/files/essential_background/background.../pdf/convsp.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/background.../pdf/convsp.pdf) (Fecha de consulta, 09 de Junio de 2013).

Cuestiones sobre la Energía.

En: www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqs-sobre-energia/capitulo-3/article/115652-31-ique-se-entiende-por-recursos-y-reservas-energeticos. (Fecha de consulta: 19 de Febrero de 2013).

“Eclipse of the Sun”.

En: <http://www.economist.com/blogs/babbage/2014/04/difference-engine-0?fsrc=scn/fb/wl/bl/eclipseofthesun>. (Fecha de consulta: 27 de Abril de 2014).

Economía internacional.

<http://www.exteriores.gob.es/portal/es/politicaexterna/cooperacion/paisesbrics/paginas/InicioBrics.aspx>. (Fecha de consulta: 3 de julio de 2013).

El Suministro Global del Petróleo.

<http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Marzo.htm>. (Fecha de consulta: 7 de Abril de 2014).

“Empresa mexicana se convierte en líder solar de AL”.

En: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/02/21/empresa-mexicana-se-convierte-en-lider-solar-de-al>. (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

Energía y Fuentes de Energía.

<http://www.foronuclear.org/es/energia-nuclear/faqas-sobre-energia/capitulo-1>
(Fecha de consulta: 27 de Abril de 2013).

Energía a nivel mundial.

http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf.
(Fecha de consulta: 3 de abril de 2013).

Energía oceánica.

En: http://www.natureduca.com/energ_introd_renovables.php. (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

Energía renovable.

En: <http://myprofetecnologia.wordpress.com/2011/02/12/energia-renovable-y-no-renovables/>. (Fecha de consulta: 6 de diciembre de 2012).

“Gamesa y Santander desarrollarán 500 MW de parques eólicos en México”. En:

<http://www.obrasweb.mx/construccion/2014/03/04/gamesa-y-santander-desarrollaran-500-mw-de-parques-eolicos-en-mexico>. (Fecha de consulta 7 de abril de 2014).

“Los Azufres, energía desde el centro de la Tierra”.

En: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2012/10/12/desde-el-centro-de-la-tierra>
(Fecha de consulta 05 de Abril de 2014).

Maldonado, Mariana F. y María Elena Medina “Apagones, sólo un tiempo: Odón de Buen”, en <http://www.cnnexpansion.com/actualidad/2009/10/18/apagones-solo-un-tiempo-odon-de-buen>. (Fecha de consulta: 5 de mayo de 2012).

“México queda ‘frito’ en biocombustibles”.

En: <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2013/09/20/mexico-frito-en-biocombustibles>. (Fecha de consulta 29 de Abril de 2014).

Plantas Hidroeléctricas en México.”

En: <http://www.explorandomexico.com.mx/about-mexico/6/247/>. (Fecha de consulta: 05 de Septiembre de 2013).

Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.

En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf. (Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

Estadísticas Destacadas del Sector Energético,

En: <http://www.sener.gob.mx/res/380/Prontuario.pdf>. (Fecha de consulta: 12 de Junio de 2013).

“Estudio de pobreza energética en Europa”, En: www.fuel-poverty.org/files/WP7_D26-1_es.pdf. (Fecha de consulta: 21 de Agosto de 2013).

Exportaciones de gasolina de Estados Unidos a México.

En: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2012/05/20/mexico-cliente-lujo-eu-gasolinas>. (Fecha de consulta: 7 de febrero de 2013).

Fenómenos naturales a nivel mundial.

En: <http://energyinnovation.org/2013/01/energy-innovation-publishes-paper-on-the-impacts-of-extreme-temperatures/>. (Fecha de consulta: 6 de marzo de 2013).

Fuentes energéticas renovables.

En: <http://myprofetecnologia.wordpress.com/2011/02/12/energa-renovable-y-no-renovables/>. (Fecha de consulta: julio 2013).

Flujo de radiación solar y efecto invernadero.

En: http://www.fmf.uni-lj.si/~zagarn/GC2013/Trenberthetal_BAMS2009.pdf. (Fecha de consulta: 4 abril de 2013).

Generación bruta de energía eléctrica.
Sistema de Información Energética (SIE), con información de CFE,
En: <http://www.sener.gob.mx/res/380/Prontuario.pdf>.
(Fecha de consulta: 17 de julio de 2013).

Generación de electricidad por tipo de energía.
World Energy Balances 2012, Extended Energy Balances, IEA, 2012.
(Fecha de consulta: 9 de marzo de 2013).

IPCC
En: <http://www.cambioclimatico.yucatan.gob.mx/el-ipcc.php>.
(Fecha de consulta: 14 de julio de 2013).

Medio Oriente. www.ecured.cu/int/dex.php. Medio_Oriente. (Fecha de consulta: 6 de mayo de 2013).

“Parques solares brotan con rapidez en México”.
En: <http://www.legiscomex.com/BancoConocimiento/P/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion/parques-solares-mexico-virginia-perez-actualizacion.asp?CodSeccion=190>. (Fecha de consulta: 25 de Abril de 2014).

Pemex.
En: www.ref.pemex.com. Sistema de información energética.
(Fecha de consulta: 7 de julio de 2013).

“Se adhiere PEMEX al Pacto Mundial de la ONU”. (Comunicado de prensa. PEMEX). En:
<http://www.pemex.com/index.cfm?action=news§ionID=8&catID=40&contentID=3740&media=pdf> (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2012).

Primera Revolución Industrial Estado y Derecho.
En: <http://biblio.juridicas.unam.mx/libros/2/557/6.pdf>.
(Fecha de consulta: 04 de Mayo de 2013).

Producción de petróleo a nivel mundial. Energy Intelligence Group. PIW Ranking 2011. (Fecha de consulta: 8 Febrero de 2012).

“Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026” http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf (Fecha de consulta: 09 de Septiembre de 2013).

Programa Sectorial de Energía (2007-2012). En:
<http://www.sener.gob.mx/webSener/res/0/Programa%20Sectorial%20de%20Energia%202007-2012.pdf>. (Fecha de consulta: 20 de marzo de 2011).

Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026”.
En: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf.
(Fecha de consulta: 09 de Septiembre de 2013).

Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.
En: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf.
(Fecha de consulta: 08 de Mayo de 2013).

Revolución Energética: Perspectiva Mundial de la Energía Renovable.
En: http://www.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/cambio_climatico/revoluci-n-energetica-persp.pdf. (Fecha de consulta: 06 de Mayo de 2013).

Secretaría de energía.
En: http://www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/ENE_2012_2026.pdf.
(Fecha de consulta: 6 de julio de 2012).

SENER, “Luz Sustentable concluyó satisfactoriamente y en tiempo récord, su segunda etapa”. En: <http://www.sener.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2296>.
(Fecha de consulta: 27 de Abril de 2013).

Sistema de Información Energética, con información de Consejo Nacional de Población (Conapo). México. En: <http://www.conapo.gob.mx/>.
(Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2012).

Soberanía energética.
En: <http://soberaniaenergetica.blogspot.mx/>.
(Fecha de consulta: 31 de julio de 2013).

Tipo de petróleo.
En: <http://www.imp.mx/petroleo/?imp=tipos>.
(Fecha de consulta: 11 de diciembre 2013).